RECOCIDO INSTANTANEO DE UN ÓXIDO CONDUCTOR TRANSPARENTE Y RECUBRIMIENTOS DE SEMICONDUCTORES

Campo de la invención

La presente invención se refiere a proporcionan métodos de recubrimientos de recocido instantáneo para artículos que incluyen transparencias y dispositivos ópticos.

Consideraciones técnicas

Los óxidos conductores transparentes (TCOs) se utilizan a menudo en la producción de transparencias arquitectónicas y automotrices, como una capa dieléctrica, así como en dispositivos electroópticos, como los diodos emisores de luz (LEDs), por ejemplo, LED orgánicos (OLED), y celdas solares, como las celdas solares fotovoltaicas de película delgada. Los LED y OLEDs son dispositivos que tienen una capa emisora que emite radiación electromagnética, como la luz visible, en respuesta a la aplicación de una corriente eléctrica. La capa emisiva se encuentra entre dos electrodos (un ánodo y un cátodo). Cuando la corriente eléctrica pasa entre el ánodo y el cátodo (es decir, a través de la capa emisora), la capa emisora emite energía electromagnética. Los OLED se utilizan en numerosas aplicaciones, como pantallas de televisión, monitores de computadora, teléfonos móviles, asistentes digitales personales (PDAs), relojes, iluminación y otros dispositivos electrónicos. La patente de los Estados Unidos número 9627652 describe dispositivos OLED. Debido a la versatilidad de los TCO en arquitectura, óptica y optoelectrónica, el tener un método para producir física y única de manera rápida y económica, por ejemplo, eléctrico y/o óptico, los atributos en un TCO o capa semiconductora son los más deseables.

Los recubrimientos de control solar son conocidos en los campos de las transparencias arquitectónicas y automotrices. Esos recubrimientos bloquean o filtran rangos seleccionados de radiación electromagnética, como en el rango de radiación solar infrarroja o ultravioleta solar, para reducir la cantidad de energía solar que ingresa al vehículo o edificio. Esta reducción de la transmitancia de energía solar ayuda a reducir la carga en las unidades de enfriamiento del vehículo o edificio. En aplicaciones automotrices, la transparencia (como un parabrisas) se requiere generalmente para tener una transmitancia de luz visible relativamente alta, mayor al 70 por ciento, para permitir que los pasajeros puedan ver fuera del vehículo. Para aplicaciones arquitectónicas, la transmitancia de luz visible puede ser menor. En algunas aplicaciones arquitectónicas, puede ser deseable tener una superficie exterior reflectante para disminuir la visibilidad en el edificio para retener la mayor privacidad posible, al tiempo que permite que la luz visible ingrese al edificio y también permite que los trabajadores dentro del edificio vean fuera.

Como podrá apreciar un experto en la técnica arquitectónica, el vidrio se usa típicamente en forma templada o no templada (recocido), dependiendo del uso final deseado del vidrio. Para el vidrio recocido, el vidrio se calienta hasta el punto de recocido del vidrio y luego se deja enfriar lentamente por debajo del punto de deformación del vidrio. El vidrio recocido se puede cortar a las dimensiones finales deseadas, como para una puerta, ventana y similares. Para vidrio aún más fuerte, se utiliza el templado. Al templar, el vidrio se calienta por encima del punto de recocido del vidrio y luego se enfría rápidamente, tal como dirigiendo un medio de enfriamiento al vidrio, para proporcionar al vidrio una fuerza a la compresión exterior

y una fuerza de tensión interior. El vidrio templado es mucho más fuerte que el vidrio recocido y se usa donde la seguridad es un factor importante. Sin embargo, a diferencia del vidrio recocido, el vidrio templado no se puede cortar o se romperá. Por lo tanto, donde se desea vidrio templado, el vidrio debe cortarse a las dimensiones finales deseadas antes de templarlo.

Un edificio convencional puede requerir piezas de vidrio recocido (no templado) y templado con recubrimientos de control solar. Por ejemplo, el vidrio recocido con un recubrimiento de control solar se puede usar en los pisos inferiores, mientras que el vidrio templado con un recubrimiento de control solar se usa en los pisos superiores para mayor seguridad. Tanto el vidrio recocido recubierto como el vidrio templado recubierto deben tener las mismas características ópticas o muy similares para que el edificio mantenga la misma apariencia estética general. Esto causa un problema para los fabricantes de vidrio recubierto. El templado de las piezas de vidrio recubiertas puede dar como resultado que los productos templados tengan diferentes colores u características ópticas que los productos recocidos originales debido a los cambios en el recubrimiento causados por el calentamiento adicional y los rápidos pasos de enfriamiento necesarios para templar el vidrio. Esta diferencia de color u otras propiedades ópticas, como la transmitancia o la reflectancia, entre el vidrio templado recubierto y el vidrio recocido recubierto no es deseable si los productos recocidos y templados se van a utilizar en el mismo edificio.

Por lo tanto, hacer coincidir la estética del vidrio es difícil. Como consecuencia, sería deseable tener un método para tratar las láminas de vidrio recubiertas de una manera que altere la estética del vidrio para que coincida con la de las láminas de

vidrio templado, permitiendo que se utilicen dos tipos de vidrio en el mismo edificio sin diferencias significativas en estética entre los dos tipos de vidrio.

OBJETIVOS

De acuerdo a un aspecto de la invención, se proporciona un método para producir un sustrato recubierto que incluye una capa que comprende un óxido conductor transparente o un semiconductor. El método comprende: depositar sobre al menos una porción de un sustrato en una atmósfera inerte una capa de óxido metálico o semiconductor transparente que tiene un coeficiente de absorción a una longitud de onda en el espectro visible de al menos 1,000 cm^{-1}; y parpadear al menos una porción de la capa transparente de óxido conductor o semiconductor a una temperatura que varía de 15°C a 40°C, con un pulso que varía de 3.5 J/cm^2 a 6.0 J/cm^2, de una luz no-coherente dentro del espectro visible, incluida la luz de la longitud de onda en el espectro visible en el que la capa tiene un coeficiente de absorción de al menos 1000 cm^{-1}.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un artículo transparente. El artículo comprende: un sustrato; y una capa transparente de óxido conductor o semiconductor que comprende sobre al menos una porción del sustrato, una primera subcapa que tiene una primera resistencia de lámina y una segunda subcapa inmediatamente sobre la primera subcapa que tiene una segunda resistencia de lámina que es menor que la resistencia de la primera lámina.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá con referencia a las siguientes figuras de dibujos en las que números de referencia similares identifican partes similares en todas

partes. A menos que se indique lo contrario, las capas y los elementos representados en las figuras del dibujo no están a escala y se representan de una manera que facilita la descripción de los elementos y la estructura de los elementos representados.

La figura 1 representa una sección transversal de un artículo que comprende un sustrato y una capa parcialmente recocida por destello sobre el sustrato.

La figura 2 representa una porción de una unidad de vidrio aislante.

La figura 3 representa una transparencia recubierta que comprende una capa metálica discontinua.

La figura 4 representa una parte de una capa metálica discontinua, por ejemplo, como se describe en relación con la figura 3.

La figura 5 representa un artículo de vidrio recubierto que tiene una o más capas metálicas reflectantes.

La figura 6 representa un artículo de vidrio recubierto que tiene tres capas metálicas reflectantes.

La Figura 7 representa esquemáticamente un método de modelar un artículo mediante un método de recocido instantáneo como se describe en este documento.

La Figura 8 proporciona un gráfico que muestra la variación de la resistencia de la lámina en función del grosor para diversos grosores de capa ITO.

La Figura 9 proporciona un gráfico que muestra la variación de la emisividad en función del grosor para diversos grosores de capa ITO.

Las Figuras 10A y 10B proporcionan mediciones de Hall, concentración de portador (Figura 10A) y movilidad (Figura 10B) para capas de ITO de grosor variable

depositadas a 3 mTorr con 2.5% (% de volumen) de oxígeno o 4mTorr con 1 .5% de oxígeno.

Las Figuras 11 A y 11 B proporcionan gráficos que muestran las propiedades ópticas de las capas de ITO con recocido instantáneo que tienen diferentes cantidades de oxígeno. La Figura 11 A muestra los espectros de transmisión (%), y la Figura 11 B muestra los espectros de absorción normalizados.

La Figura 12 proporciona un gráfico que muestra las propiedades ópticas y eléctricas de las capas de ITO de diferentes grosores.

La Figura 13A muestra el espectro del coeficiente de absorción para tres muestras de vidrio flotado revestido con ITO donde el ITO tiene espectros de absorción diferentes. La Figura 13B proporciona trazas XRD para las mismas muestras.

La Figura 14 muestra trazas de XRD para cuatro capas de TCO con el mismo coeficiente de absorción, pero diferentes grosores como es indicado antes (BF) y después del tratamiento instantáneo (AF).

La Figura 15 proporciona una tabla de condiciones de tensión instantánea y medidas de resistencia de la lámina para el Ejemplo 7.

La Figura 16 proporciona una tabla que muestra el color y la luminosidad visible de un vidrio aislado simulado usando las propiedades de recubrimiento como se describe en el Ejemplo 7.

La Figura 17 proporciona características de rendimiento de centro de vidrio seleccionadas de un vidrio aislado simulado usando propiedades de recubrimiento como se describe en el Ejemplo 7.

La Figura 18 es un gráfico que compara varias muestras como se describe en el Ejemplo 8.

La Figura 19 es un gráfico que compara los ajustes calculados a las condiciones de deposición de plata para lograr una coincidencia de color objetivo.

La Figura 20 es un gráfico que compara la reducción en ΔE_{cmc} para una muestra analizada en comparación con SOLARBAN® 70XL en STARPHIRE®.

DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

Como se describe en el presente documento, los términos espaciales o direccionales, como "izquierda", "derecha", "interior", "exterior", "arriba", "debajo" y similares, se refieren a la invención tal como se muestra en las figuras. Sin embargo, debe entenderse que la invención puede asumir diversas orientaciones alternativas y, en consecuencia, dichos términos no deben considerarse como limitativos. Además, 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 especificación y las reivindicaciones deben entenderse modificados en todos los casos por el término "aproximadamente" Por consiguiente, a menos que se indique lo contrario, los valores numéricos establecidos en la siguiente especificación y reivindicaciones pueden variar dependiendo 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 los equivalentes al alcance de las reivindicaciones, cada valor numérico debe interpretarse al menos a la luz del número de dígitos significativos informados y mediante la aplicación de técnicas de redondeo

ordinarias. Además, debe entenderse que todos los intervalos descritos en el presente documento abarcan los valores de intervalo inicial y final y cualquiera y todos los subintervalos incluidos en ellos. Por ejemplo, se debe considerar que un rango establecido de "1 a 10" incluye cualquiera y todos los subintervalos entre (e inclusive) el valor mínimo de 1 y el valor máximo de 10; es decir, todos los subintervalos comienzan con un valor mínimo de 1 o más y terminan con un valor máximo de 10 o menos, por ejemplo, 1 a 3.3, 4.7 a 7.5, 5.5 a 10 y similares. Además, todos los documentos, tales como, entre otros, las patentes emitidas y las solicitudes de patentes, a las que se hace referencia en este documento, deben considerarse "incorporados por referencia" en su totalidad.

Además, como se usa en el presente documento, los términos "formado sobre", "depositado sobre" o "provisto sobre" significan formado, depositado o provisto pero no necesariamente en contacto con la superficie. Por ejemplo, una capa de revestimiento "formada" sobre un sustrato no impide la presencia de una o más capas o películas de revestimiento de la misma o diferente composición situadas entre la capa de revestimiento formada y el sustrato. Del mismo modo, los términos "debajo" o "entre" en el contexto de capas de revestimiento especificadas no excluyen la presencia de una o más capas o películas de revestimiento de la misma o diferente composición situadas entre las capas mencionadas.

Como se usa en el presente documento, los términos "polímero" o "polímero" incluyen oligómeros, homopolímeros, copolímeros y terpolímeros, por ejemplo, polímeros formados a partir de dos o más tipos de monómeros o polímeros, y un

"plástico" es un material que contiene polímeros que opcionalmente puede contener aditivos adicionales para alterar una propiedad del material.

Los términos "región visible" o "luz visible" se refieren a la radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el rango de 380 nm a 800 nm. Los términos "región infrarroja" o "radiación infrarroja" se refieren a radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el rango de más de 800 nm a 100,000 nm. Los términos "región ultravioleta" o "radiación ultravioleta" significan energía electromagnética que tiene una longitud de onda en el rango de 300 nm a menos de 380 nm. Por "transparente" se entiende una transmisión de luz visible de más del 0% hasta el 100%. Por "translúcido" se entiende permitir que la energía electromagnética (p. ej., La luz visible) pase, pero difundir esta energía de modo que los objetos en el lado opuesto al espectador no sean claramente visibles. Aunque una "transparencia" típica puede tener suficiente transmisión de luz visible de manera que los materiales se puedan ver a través de la transparencia, una "transparencia" no necesita ser transparente a la luz visible sino que puede ser translúcida u opaca.

Como se usa en el presente documento, el término "película" se refiere a una región de recubrimiento de una composición de recubrimiento deseada o seleccionada Una "capa" puede comprender una o más "películas", y un "revestimiento" o "pila de revestimiento" puede comprender una o más "capas". El término "reflectividad asimétrica" significa que la reflectancia de la luz visible del revestimiento desde un lado es diferente a la del revestimiento desde el lado opuesto. El término "grosor crítico" significa un grosor por encima del cual un material de recubrimiento forma una capa continua e ininterrumpida y debajo del cual el material

de recubrimiento forma regiones o islas discontinuas del material de recubrimiento en lugar de una capa continua. El término "grosor subcrítico" significa un grosor por debajo del grosor crítico de tal manera que el material de revestimiento forma regiones aisladas, no conectadas del material de revestimiento. El término "isla" significa que el material de recubrimiento no es una capa continua, sino que el material se deposita para formar regiones o islas aisladas.

Por lo tanto, se proporcionan métodos para mejorar uno o más atributos físicos de un artículo recubierto o una capa de recubrimiento de un artículo recubierto, como se encuentran en objetos recubiertos o transparencias, como los que se encuentran en vidrio arquitectónico, transparencias de vehículos, diodos emisores de luz (LEDs), LED orgánicos, células fotovoltaicas, dispositivos electroópticos, etc. En algunos aspectos, los artículos recubiertos descritos son útiles en dispositivos LED o OLED de emisión inferior o superior, células solares, tales como células solares fotovoltaicas de película delgada. Por ejemplo, un LED u OLED puede usar al menos un óxido conductor transparente como electrodo, a través del cual pasa la luz y se extrae de la capa emisora. Los TCO para usar como electrodo para un dispositivo LED deben tener baja resistencia de lámina. Debe entenderse que los métodos y artículos descritos en este documento no se limitan a tales usos. Por lo tanto, debe entenderse que las diferentes modalidades descritas específicamente se presentan simplemente para explicar los conceptos generales de la invención, y que la invención no se limita a estos ejemplos específicos.

El recocido instantáneo es un proceso mediante el cual un artículo que comprende al menos una capa sobre un sustrato es destellado con uno o más pulsos

de luz visible, lo que resulta en una transformación física de una o más capas por el destello de luz visible. Cualquier fuente de luz visible que pueda producir un destello de flujo luminoso suficiente (tiempo de energía^{-1}) para recocer un artículo en el contexto de la presente divulgación, que puede usarse en los métodos descritos en este documento. Los métodos pueden utilizar un destellador de amplio espectro, como un destellador de lámpara de xenón, en un rango de 1 a 10.0 J/cm^2 e incrementos entre ellos, por ejemplo, de 3.5 a 6.0 J/cm^2, y preferiblemente de 4.0 a 5.0 J/cm^2. En algunos aspectos, la longitud del pulso varía de 0.1 ms a 10 ms, y los incrementos entre ellos, de 0.2 ms a 2 ms, y los incrementos entre ellos, por ejemplo, de 250μs a 1 ms, 500μs, 650μs 670μs. La energía de destello excesiva dañará la capa objetivo. Las lámparas útiles para generar destellos incluyen lámparas de descarga gaseosa, como lámparas de helio o xenón, y lámparas de vapor de metal, como la lámpara de vapor de mercurio. Se pueden usar lámparas de descarga de vapor múltiple para lograr una distribución espectral más uniforme. En un aspecto, la lámpara es una lámpara de flash de descarga de xenón. En varios aspectos de la invención, un solo destello es capaz de modificar suficientemente una o más cualidades físicas de una capa. Un "pulso de destello único" incluye: exposición de la transparencia o una porción de la misma a un pulso; dos o más pulsos parpadeando en diferentes porciones de la transparencia, o dos o más pulsos superpuestos donde cada pulso de los pulsos superpuestos parpadea en un área o porción diferente de la transparencia, pero las dos porciones parpadean uno o más puntos superpuestos en la superficie de la transparencia.

Los artículos descritos en este documento están recubiertos y procesados de otro modo por métodos y sistemas convencionales, por ejemplo, por un sistema de deposición de sputter de magnetrón en línea. Los artículos se pueden transportar hacia y desde diversos sistemas de deposición o estaciones de tratamiento mediante métodos y sistemas de transporte convencionales. El destelleo de los artículos se puede realizar a temperatura ambiente, típicamente en el rango de 20°C a 30°C, como a 22°C o 25°C, aunque el destelleo se puede realizar a temperaturas fuera de este rango, como a partir de 15°C a 50°C. En algunos aspectos, uno o más tubos de destello se colocan en posición sobre un transportador y a una distancia adecuada del transportador para destellar el artículo a una intensidad deseable. Un sistema de transportador mueve el artículo en relación con el (los) tubo (s) flash (s), y la sincronización del movimiento del transportador puede coordinarse, por ejemplo, mediante control por computadora, con el destelleo del artículo de manera que se apliquen uno o más destelleos a cualquier posición dada en el artículo. Para artículos más grandes, se pueden usar múltiples destellos para destellar todas las posiciones en la superficie del artículo, y los destelleos pueden superponerse o estar en contacto entre sí para que la superficie del artículo se ilumine con una cantidad suficiente de luz para transformar uno o más atributos físicos del artículo, como se describe en este documento, tales como, sin limitación: resistencia de la lámina, emisividad, conductancia, color o transmitancia.

En los métodos y artículos descritos en el presente documento, un sustrato se reviste con al menos una capa que se recocida instantáneamente. Los sustratos ejemplares incluyen sustratos transparentes u opacos, tales como sustratos que

comprenden, sin limitación, vidrio, plástico, cristal, metal, cerámica o combinaciones de los mismos. Ejemplos no limitativos de vidrio que se pueden usar como sustrato incluyen vidrio claro, Starphire®, Solargreen®, Solextra®, GL-20®, GL-35™, Solarbronze®, vidrio Solargray®, vidrio Pacifica®, vidrio SolarBlue® , vidrio Solarphire®, vidrio Solarphire PV® y vidrio Optiblue®, todos disponibles comercialmente de PPG Industries Inc. de Pittsburgh, Pennsylvania. Por ejemplo, los vidrios pueden incluir vidrio de soda-silica-cálcico convencional, vidrio de borosilicato o vidrio con plomo. El vidrio puede ser vidrio claro. Por "vidrio claro" se entiende vidrio no tintado o no coloreado. Alternativamente, el vidrio puede ser teñido o de otro color. El vidrio puede ser vidrio recocido o tratado térmicamente. Como se usa en el presente documento, el término "tratado térmicamente" significa templado o al menos parcialmente templado. El vidrio puede ser de cualquier tipo, como el vidrio flotado convencional, y puede ser de cualquier composición que tenga propiedades ópticas, por ejemplo, cualquier valor de transmisión visible, transmisión ultravioleta, transmisión infrarroja y/o transmisión de energía solar total. Por "vidrio flotado" se entiende vidrio formado por un proceso de flotación convencional en el que el vidrio fundido se deposita en un baño de metal fundido y se enfría de forma controlable para formar una cinta de vidrio flotado. Ejemplos de procesos de vidrio flotado se describen en las patentes de los Estados Unidos números 4466562 y 4671155. Como se usa en el presente documento, el término "recubrimiento de control solar" se refiere a un recubrimiento compuesto por una o más capas o películas que afectan las propiedades solares del artículo recubierto, tales como, pero sin limitación, la cantidad de radiación solar, por ejemplo, radiación visible, infrarroja o ultravioleta,

reflejada, absorbida o que pasa a través del artículo recubierto; coeficiente de sombreado; emisividad, etc.

Los ejemplos de materiales de sustrato adecuados adicionales incluyen, pero no se limitan a, sustratos de plástico, tales como polímeros acrílicos, tales como poliacrilatos; polialquilmetacrilatos, tales como polimetilmetacrilatos, polietilmetacrilatos, polipropilmetacrilatos y similares; poliuretanos; policarbonatos; tereftalatos de polialquilo, tales como tereftalato de polietileno (PET), tereftalatos de polipropileno, tereftalatos de polibutileno y similares; polímeros que contienen polisiloxano; o copolímeros de cualquier monómero para preparar estos, o cualquier mezcla de los mismos; sustratos cerámicos; sustratos de vidrio; o mezclas o combinaciones de cualquiera de los anteriores.

Las capas aplicadas sobre el sustrato a menudo comprenden metales, óxidos, semiconductores y dieléctricos, incluidos metales transparentes, óxidos metálicos, óxidos conductores, semiconductores y dieléctricos. Las propiedades físicas o atributos físicos incluyen: transmitancia; absorción; color; emisividad resistencia de la hoja; conductancia, por ejemplo, concentración del portador o movilidad del portador; cristalinidad o estructura cristalina; coeficiente de refracción; o resonancia de plasmones superficiales, entre otros efectos, solo o en combinación. Las capas adicionales pueden incluir capas protectoras o de recubrimiento, tales como sílice o capas de sílice de aluminio como se conocen ampliamente, por ejemplo, como se describe más adelante en el contexto de diversos aspectos de la divulgación.

Las capas de revestimiento como se describe en el presente documento pueden depositarse mediante cualquier método convencional, tal como, pero sin

limitación, los métodos convencionales de deposición química de vapor (CVD) y/o de deposición física de vapor (PVD). Los ejemplos de procesos PVD incluyen la evaporación térmica o por haz de electrones y la pulverización por vacío (como la deposición de vapor por pulverización de magnetrón (MSVD)). También podrían usarse otros métodos de recubrimiento, tales como, pero sin limitación, deposición sol-gel. En un aspecto, el recubrimiento puede ser depositado por MSVD. Los ejemplos de dispositivos y métodos de recubrimiento de MSVD serán bien entendidos por un experto en la materia y se describen, por ejemplo, en las Patentes de Estados Unidos Nºs. 4379040; 4861669; 4898789; 4898790; 4900633; 4920006; 4938857; 5328768; y 5492750.

De acuerdo a un aspecto, se proporciona un método para producir un sustrato recubierto que comprende una capa de un óxido conductor transparente o un semiconductor. Los ejemplos no limitantes de óxidos conductores transparentes incluyen: óxidos de titanio, hafnio, circonio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño y mezclas de los mismos, y se pueden dopar con otros elementos, como galio o aluminio. Los ejemplos específicos de óxidos conductores transparentes incluyen, sin limitación: óxido de estaño indio, óxido de zinc indio, óxido de estaño fluorado ("FTO"), un óxido de zinc dopado, tal como óxido de zinc dopado con aluminio o galio ("GZO", "AZO" y "TZO", respectivamente), o un dióxido de titanio dopado, tal como TiO_2 dopado con niobio ("NTO"). Los óxidos conductores transparentes adecuados incluyen óxidos conductores transparentes deficientes en oxígeno. Por "óxido conductor transparente deficiente en oxígeno" se entiende que el óxido conductor se deposita bajo condiciones, tales como pulverización catódica, por ejemplo, por

MSVD, en una atmósfera inerte, como una atmósfera de argón con una cantidad de oxígeno de subsaturación, produciendo el TCO deficiente en oxígeno o sub-estequiométrico. Los TCO deficientes en oxígeno, tales como el ITO deficiente en oxígeno, son ampliamente conocidos y los expertos en la técnica los preparan fácilmente. Como se usa en este documento, un porcentaje recitado de oxígeno en una atmósfera de pulverización catódica se refiere al porcentaje en volumen. Los ejemplos no limitantes de semiconductores que pueden ser recocidos instantáneamente de acuerdo con los métodos descritos en el presente documento incluyen: como ejemplo, el recocido instantáneo de capas de silicio amorfo para producir películas de silicio policristalino y germanio.

El método comprende además depositar sobre al menos una porción de un sustrato en una atmósfera inerte una capa semiconductora o de óxido metálico transparente que tiene un coeficiente de absorción a una longitud de onda en el espectro visible de al menos 1 000 cm^{-1}; y destellar al menos una porción de la capa transparente de óxido conductor o semiconductor a una temperatura que varía de 15°C a 50°C, o que varía de 20°C a 30°C, con una energía de pulso que varía de 3.5 J/cm^2 a 6.0 J/cm^2, de luz no coherente dentro del espectro visible que incluye la luz de la longitud de onda en el espectro visible en el que la capa tiene un coeficiente de absorción de al menos 1 000 cm^{-1}. En un aspecto, el pulso es un pulso único, que es suficiente para, por ejemplo, disminuir sustancialmente la resistencia de la lámina, aumentar la conductancia, disminuir la emisividad y aumentar la transmitancia de la capa y el artículo en su conjunto. En un aspecto, la capa transparente de óxido metálico o semiconductor es una capa de óxido conductor transparente, y en un

aspecto es una capa de óxido de indio y estaño, o una capa de óxido de indio y estaño deficiente en oxígeno que tiene un grosor que varía de 200 a 400 nm, ó 200 a 300 nm, por ejemplo 250 nm.

Una característica de los óxidos conductores transparentes, como ITO, y los semiconductores que se usan como recubrimientos, por ejemplo, en sustratos transparentes es que tienen un coeficiente de absorción que puede optimizarse o modificarse. Por ejemplo, los óxidos conductores transparentes deficientes en oxígeno, como el óxido de indio y estaño deficiente en oxígeno como ejemplo, tienen un coeficiente de absorción suficientemente grande en ciertas longitudes de onda de tal manera que la luz en esas longitudes de onda no puede penetrar completamente el grosor completo de una capa de ese material para permitir el recocido instantáneo en todo el grosor de la capa. Por lo tanto, una coincidencia suficiente del coeficiente de absorción y el grosor de una capa con el espectro de descarga de la lámpara y la intensidad de tal manera que la profundidad de penetración de la luz producida por la lámpara que es capaz de recocer rápidamente la capa no penetre completamente en el grosor completo de la capa, en una capa dividida o bifurcada con diferentes atributos físicos de la porción destellada de la capa en comparación con la porción no destellada de la capa en la que la luz no penetró en un grado suficiente. Un grosor adecuado para una capa de óxido de indio y estaño o una capa de óxido de indio y estaño con deficiencia de oxígeno a la cual la profundidad de penetración de un pulso de lámpara de xenón es menor que el grosor de la capa es mayor de 300 nm, por ejemplo, entre 300 nm y 2 μm (micras) de grosor.

Con referencia a la Figura 1, y en el contexto de un artículo transparente 30, se deposita una primera capa 40 que comprende un óxido o semiconductor conductor transparente sobre un sustrato 50. Cuando se destella como se describe aquí, la primera capa 40 se divide en una primera subcapa 42 y una segunda subcapa 44 unida en una transición 46. La primera subcapa 42 de un óxido o semiconductor conductor transparente tiene un primer estado físico, por ejemplo, y sin limitación, tiene una primera resistencia de lámina, conductancia, color o transmitancia, y la segunda subcapa 44 se convierte mediante un destello de luz en un segundo estado físico, por ejemplo y sin limitación, que tiene una segunda resistencia de lámina, conductancia, color o transmitancia. Por lo tanto, la primera y segunda subcapa 42 y 44 pueden considerarse una sola capa integrada que incluye la subcapa inferior (distante al destelleo) que permanece en un estado no parpadeado y una subcapa superior inmediatamente sobre la primera subcapa que se convierte por el destello de luz. Por la naturaleza del destelleo, las subcapas superior e inferior pueden unirse en la transición 46 de grosor no especificado que tiene características físicas que pueden ser diferentes de la primera y/o segunda subcapa, por ejemplo, intermedia a la primera y segundas subcapas. Se representa una capa protectora opcional 60. Se pueden incluir capas adicionales sobre o entre las capas representadas.

Los métodos de calentamiento tradicionales son incapaces de formar una capa semiconductora o de óxido conductor transparente dividida como se produce por los métodos de destelleo descritos en este documento. El uso de calor conductivo requiere elevar la temperatura de la capa transparente de óxido conductor o

semiconductor a una temperatura superior a 400°C, y para capas delgadas, por ejemplo, con grosores de menos de 5μm, y especialmente grosores submicrométricos, como en el rango de las capas de TCO descritas aquí, el calor superficial de la capa conduce a través de toda la capa esencialmente de manera inmediata, lo que resulta en una transformación uniforme de la capa en todo su grosor. Por lo tanto, al destellar una capa que tiene un coeficiente de absorción apropiadamente alto de modo que la luz no penetre a través de todo el grosor de la capa, solo transformará la porción de la capa en la que penetra la luz, dejando una capa sin transformar. Dicha configuración es útil para controlar, por ejemplo, color, transmitancia, dispersión de luz, atrapamiento de luz, resistencia de lámina, reflectancia, refracción, conductancia u otros parámetros físicos relevantes de un artículo recubierto.

De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un método de recocido instantáneo de transparencias que comprende capas reflectantes metálicas. En un aspecto, el método permite el recocido efectivo de transparencias que comprenden dos o más metales, por ejemplo, capas de plata. El recocido instantáneo facilita la coincidencia de colores cercanos de los productos recocidos con productos templados, la disminución de la resistencia de la lámina, el aumento de la transmitancia, la producción de perfiles de color deseables y un aumento general de la calidad del producto.

Según diversos aspectos, los recubrimientos producidos por el método de recocido instantáneo descrito en este documento pueden usarse en una transparencia arquitectónica. Como ejemplo, en la Figura 2 se ilustra un ejemplo no

limitativo de una transparencia 10 que incorpora un tercer recubrimiento superficial, tal como un recubrimiento que comprende dos o más capas de plata. La transparencia 10 puede tener cualquier luz visible deseada, radiación infrarroja o transmisión y/o reflexión de radiación ultravioleta. Por ejemplo, la transparencia 10 puede tener una transmitancia de luz visible de cualquier cantidad deseada, por ejemplo, mayor que 0% hasta 100%.

La transparencia del ejemplo 10 de la Figura 2 tiene la forma de una unidad de vidrio aislante convencional e incluye una primera capa 12 con una primera superficie principal 14 (superficie No. 1) y una segunda superficie principal opuesta 16 (superficie No. 2). En el aspecto no limitativo ilustrado, la primera superficie principal 14 está orientada hacia el exterior del edificio, es decir, es una superficie principal exterior, y la segunda superficie principal 16 está orientada hacia el interior del edificio. La transparencia 10 también incluye una segunda capa 18 que tiene una superficie principal externa (primera) 20 (superficie No. 3) y una superficie principal interna (segunda) 22 (superficie No. 4) y separada de la primera capa 12. Esta numeración de las superficies de las capas está de acuerdo con la práctica convencional en el arte de la fenestración. Las capas primera y segunda 12, 18 pueden conectarse entre sí de cualquier manera adecuada, tal como uniéndose adhesivamente a un marco separador convencional 24. Se forma un espacio o cámara 26 entre las dos capas 12, 18. La cámara 26 puede llenarse con una atmósfera seleccionada, tal como aire, o un gas no reactivo tal como argón o gas criptón. Se forma un recubrimiento de control solar 30 (o cualquiera de los otros recubrimientos descritos aquí) sobre al menos una porción de una de las capas 12,

18, tal como, pero no limitado a, sobre al menos una porción de la No. 2 superficie 16 o al menos una porción del No. 3 superficie 20. Sin embargo, el recubrimiento también podría estar en la superficie No. 1 o en la superficie No. 4, si se desea. Se encuentran ejemplos de unidades de vidrio aislante, por ejemplo, en las Patentes de los Estados Unidos Nos. 4193236; 4464874; 5088258; y 5106663.

Las capas 12, 18 de la transparencia 10 pueden ser del mismo material o de materiales diferentes. Las capas 12, 18 pueden incluir cualquier material deseado que tenga cualquier característica deseada. Por ejemplo, una o más de las capas 12, 18 pueden ser transparentes o translúcidas a la luz visible. Los ejemplos de materiales adecuados incluyen, pero no se limitan a, sustratos plásticos (tales como polímeros acrílicos, tales como poliacrilatos; polialquilmetacrilatos, tales como polimetilmetacrilatos, polietilmetacrilatos, polipropilmetacrilatos y similares; poliuretanos; policarbonatos; polialquilétaftalatos de PET), polipropilenetereftalatos, polibutilenetereftalatos y similares, polímeros que contienen polisiloxano, o copolímeros de cualquier monómero para preparar estos, o cualquier mezcla de los mismos); sustratos cerámicos; sustratos de vidrio; o mezclas o combinaciones de los mismos. Por ejemplo, una o más de las capas 12, 18 pueden incluir vidrio de silicato de soda-cal convencional, vidrio de borosilicato o vidrio con plomo. El vidrio puede ser vidrio claro. Por "vidrio claro" se entiende vidrio no tintado o no coloreado. Alternativamente, el vidrio puede ser teñido o de otro color. El vidrio puede ser vidrio recocido o tratado térmicamente. El vidrio puede ser de cualquier tipo, como el vidrio flotado convencional, y puede ser de cualquier composición que tenga propiedades

ópticas, por ejemplo, cualquier valor de transmisión visible, transmisión ultravioleta, transmisión infrarroja y / o transmisión de energía solar total.

La primera y la segunda capas 12, 18 pueden ser, por ejemplo, vidrio flotado transparente o pueden ser de color o vidrio coloreado o una capa 12, 18 puede ser vidrio claro y la otra capa 12, 18 vidrio coloreado. Aunque no se limita a la invención, los ejemplos de vidrio adecuados para la primera capa 12 y/o la segunda capa 18 se describen en las patentes de los Estados Unidos Nos. 4746347; 4792536; 5030593; 5030594; 5240886; 5385872; y 5393593. La primera y segunda capas 12, 18 pueden tener cualquier dimensión deseada, por ejemplo, largo, ancho, forma o grosor. En una transparencia automotriz ejemplar, la primera y la segunda capas pueden tener un grosor de 1 mm a 10 mm, como 1 mm a 8 mm de grosor, como 2 mm a 8 mm, como 3 mm a 7 mm, como 5 mm a 7 mm, como 6 mm de grosor. Los ejemplos no limitativos de vidrio que se pueden usar se describen anteriormente.

En un aspecto, un revestimiento de control solar 30 se deposita sobre al menos una porción de al menos una superficie principal de una de las capas de vidrio 12, 18. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2, el revestimiento 30 se forma sobre al menos una porción de la superficie interna 16 de la capa de vidrio exterior 12. El recubrimiento de control solar 30 puede bloquear, absorber o filtrar porciones seleccionadas del espectro solar, tales como, pero sin limitación, al IR, UV y/o espectros visibles.

El revestimiento de control solar 30 puede depositarse mediante cualquier método convencional, tal como, pero sin limitación, los métodos convencionales de deposición química de vapor (CVD) y / o de deposición física de vapor (PVD).

Ejemplos de procesos de CVD incluyen la pirólisis por pulverización. Los ejemplos de procesos PVD incluyen la evaporación del haz de electrones y la pulverización catódica al vacío (como la deposición de vapor de magnetrón sputtering (MSVD)). También podrían usarse otros métodos de recubrimiento, tales como, pero sin limitación, deposición sol-gel. En una realización no limitante, el recubrimiento 30 puede depositarse por MSVD. Los ejemplos de dispositivos y métodos de recubrimiento de MSVD serán bien entendidos por un experto en la materia y se describen, por ejemplo, en las patentes estadounidenses números 4379040; 4861669; 4898789; 4898790; 4900633; 4920006; 4938857; 5328768; y 5492750.

La patente de los Estados Unidos Nº 9604875 describe transparencias que incorporan capas metálicas subcríticas, tales como una transparencia que incorpora dos capas de plata continuas y una capa de plata subcrítica. Productos comerciales que incluyen versiones templadas y no templadas del artículo descrito a continuación, con productos templados (por ejemplo, SOLARBAN® 90 VT) que requieren capas de imprimación más gruesas, en comparación con el grosor de la capa de imprimación del producto no templado (por ejemplo, SOLARBAN® 90) y, con la excepción de la capa de plata subcrítica (discontinua), que no se puede aumentar en grosor sin cambiar sus propiedades ópticas únicas, se puede aumentar el grosor de una o más capas de plata continuas y aumentar el grosor de una o más capas de imprimación en el producto templado en comparación con el producto no templado. En un aspecto, el grosor de una o más de las capas de imprimación recocidas instantáneamente está entre el grosor del producto no templado y el producto templado, por ejemplo, cuando una o más capas de imprimación tienen un grosor

que varía desde el grosor de una capa de imprimación en el producto no templado más 20% a 80% de la diferencia de grosor entre los grosores de la capa de imprimación del producto templado menos los grosores de la capa de imprimación de los productos no templados.

En la Figura 3 se muestra un recubrimiento 130 de control solar no limitativo ejemplar que tiene una capa metálica subcrítica. Este recubrimiento 130 ejemplar incluye una capa base o primera capa dieléctrica 40 depositada sobre al menos una porción de una superficie principal de un sustrato (por ejemplo, la No. 2 superficie 116 de la primera capa 112). La primera capa dieléctrica 140 puede ser una sola capa o puede comprender más de una película de materiales antirreflectantes y/o materiales dieléctricos, tales como, entre otros, óxidos metálicos, óxidos de aleaciones metálicas, nitruros, oxinitruros o mezclas de los mismos. La primera capa dieléctrica 140 puede ser transparente a la luz visible. Los ejemplos de óxidos metálicos adecuados para la primera capa dieléctrica 140 incluyen óxidos de titanio, hafnio, circonio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño y sus mezclas. Estos óxidos metálicos pueden tener pequeñas cantidades de otros materiales, como manganeso en óxido de bismuto, estaño en óxido de indio, etc. Además, se pueden usar óxidos de aleaciones metálicas o mezclas de metales, tales como óxidos que contienen zinc y estaño (por ejemplo, estannato de zinc, definido a continuación), óxidos de aleaciones de indio y estaño, nitruros de silicio, nitruros de silicio aluminio o nitruros de aluminio. Además, se pueden usar óxidos metálicos dopados, tales como antimonio, óxidos de estaño dopados con indio u óxidos de silicio dopados con níquel o boro. La primera capa dieléctrica 140 puede ser una película

sustancialmente monofásica, tal como una película de óxido de aleación metálica, p. , estannato de zinc, o puede ser una mezcla de fases compuestas de óxidos de zinc y estaño o puede estar compuesto de una pluralidad de películas.

Por ejemplo, la primera capa dieléctrica 140 (ya sea una película simple o una capa de película múltiple) puede tener un grosor en el rango de 100Å a 600Å, de 200Å a 500Å, de 250Å a 350Å, de 250Å a 310Å, de 280Å a 310Å, de 300Å a 330Å, de 310Å a 330Å.

La primera capa dieléctrica 140 puede comprender una estructura de múltiples películas que tiene una primera película 142, por ejemplo, una película de óxido de aleación metálica, depositada sobre al menos una porción de un sustrato (tal como la superficie principal interna 116 de la primera capa 112) y una segunda película 144, por ejemplo, una película de óxido metálico o de mezcla de óxido, depositada sobre la primera película de óxido de aleación metálica 142. En una modalidad no limitativa, la primera película 142 puede ser un óxido de aleación de zinc/estaño. Por "óxido de aleación de zinc / estaño" se entiende tanto aleaciones verdaderas como también mezclas de los óxidos. El óxido de aleación de zinc/estaño puede ser el obtenido a partir de la deposición por pulverización catódica de magnetrón de un cátodo de zinc y estaño. Un cátodo no limitativo puede comprender zinc y estaño en proporciones de 5% en peso a 95% en peso de zinc y 95% en peso a 5% en peso de estaño, tal como 10% en peso a 90% en peso de zinc y 90% en peso a 10% en peso de estaño. Sin embargo, también se podrían usar otras proporciones de zinc a estaño. Un óxido de aleación metálica adecuado que puede estar presente en la primera película 142 es el estannato de zinc. Por "estannato de

zinc" se entiende una composición de $Zn_xSn_{1-x}O_{2-x}$ (Fórmula 1) donde "x" varía en el rango de más de 0 a menos de 1. Por ejemplo, "x" puede ser mayor que 0 y puede ser cualquier fracción o decimal entre mayor que 0 y menor que 1. Por ejemplo, donde x = 2/3, la Fórmula 1 es $Zn_{2/3}Sn_{1/3}O_{4/3}$, que se describe más comúnmente como "Zn_2SnO_4". Una película que contiene estannato de zinc tiene una o más de las formas de Fórmula 1 en una cantidad predominante en la película.

La segunda película 144 puede ser una película de óxido metálico, tal como óxido de zinc. La película de óxido de zinc se puede depositar desde un cátodo de zinc que incluye otros materiales para mejorar las características de pulverización catódica. Por ejemplo, el cátodo de zinc puede incluir una pequeña cantidad (por ejemplo, hasta 10% en peso, como hasta 5% en peso) de estaño para mejorar la pulverización catódica. En cuyo caso, la película de óxido de zinc resultante incluiría un pequeño porcentaje de óxido de estaño, por ejemplo, hasta 10% en peso de óxido de estaño, por ejemplo, hasta 5% en peso de óxido de estaño. Una capa de recubrimiento depositada de un cátodo de zinc que tiene hasta 10% en peso de estaño (añadido para mejorar la conductividad del cátodo) se denomina en el presente documento "una película de óxido de zinc" aunque pueda estar presente una pequeña cantidad de estaño. Se cree que la pequeña cantidad de estaño en el cátodo (por ejemplo, menor o igual a 10% en peso, tal como menor o igual a 5% en peso) forma óxido de estaño en la segunda película predominantemente de óxido de zinc 144.

Por ejemplo, la primera película 142 puede ser estannato de zinc y la segunda película 144 puede ser óxido de zinc (por ejemplo, 90% en peso de óxido de zinc y

10% en peso de óxido de estaño). Por ejemplo, la primera película 142 puede comprender estannato de zinc que tiene un grosor en el intervalo de 50A a 600A, tal como 50A a 500A, tal como 75A a 350A, tal como 100A a 250A, tal como 150A a 250A, como 195A a 250A, como 200A a 250A, como 200A a 220ª.

La segunda película 144 puede comprender óxido de zinc que tiene un grosor en el intervalo de 50A a 200A, tal como 75A a 200A, tal como 100A a 150A, tal como 100A a 110A.

Se puede depositar una primera capa metálica reflectante de calor y / o radiación 146 sobre la primera capa dieléctrica 140. La primera capa reflectante 146 puede incluir un metal reflectante, tal como, pero sin limitación, oro metálico, cobre, paladio, aluminio, plata o mezclas, aleaciones o combinaciones de los mismos. En una realización, la primera capa reflectante 146 comprende una capa de plata metálica que tiene un grosor en el intervalo de 50A a 300A, por ejemplo, 50A a 250A, por ejemplo , 50A a 200A, como 70A a 200A, como 100A a 200A, como 125A a 200A, como 150A a 185 A. La primera capa metálica 146 es una capa continua. Por "capa continua" se entiende que el recubrimiento forma una película continua del material y no regiones de recubrimiento aisladas.

Una primera capa de imprimación 148 está situada sobre la primera capa reflectante 146. La primera capa de imprimación 148 puede ser una película única o una capa de película múltiple. La primera capa de imprimación 148 puede incluir un material de captura de oxígeno que puede ser sacrificado durante el proceso de deposición para evitar la degradación u oxidación de la primera capa reflectante 146 durante el proceso de pulverización catódica o procesos de calentamiento

posteriores. La primera capa de imprimación 148 también puede absorber al menos una porción de radiación electromagnética, tal como luz visible, que pasa a través del recubrimiento 130. Los ejemplos de materiales útiles para la primera capa de imprimación 148 incluyen titanio, silicio, dióxido de silicio, nitruro de silicio, oxinitruro de silicio, aleaciones de níquel-cromo (como Inconel), circonio, aluminio, aleaciones de silicio y aluminio, aleaciones que contienen cobalto y cromo (por ejemplo, Stellite®), y sus mezclas. Por ejemplo, la primera capa de imprimación 148 puede ser de titanio y puede tener un grosor en el rango de 5A a 50A, por ejemplo, 10A a 40A, por ejemplo, 20A a 40A, por ejemplo, 20A a 35A.

Una segunda capa dieléctrica 150 está situada sobre la primera capa reflectante 146 (por ejemplo, sobre la primera capa de imprimación 148). La segunda capa dieléctrica 150 puede comprender una o más películas que contienen óxido de metal o aleación de metal, tales como las descritas anteriormente con respecto a la primera capa dieléctrica 140. Por ejemplo, la segunda capa dieléctrica 150 puede incluir una primera película de óxido metálico 152, por ejemplo, una película de óxido de zinc, depositada sobre la primera película de imprimación 148 y una segunda película de óxido de aleación metálica 154, por ejemplo, un estannato de zinc (película de Zn_2SnO_4, depositado sobre la primera película de óxido de zinc 152. Una tercera película opcional de óxido de metal 156, por ejemplo, otra capa de óxido de zinc, se puede depositar sobre la capa de estannato de zinc.

La segunda capa dieléctrica 150 puede tener un grosor total (por ejemplo, los grosores combinados de las capas) está en el rango de 50A a 1000A, por ejemplo de 50A a 500A, por ejemplo de 100A a 370A, por ejemplo de 100A a 300A, por

ejemplo de 100A a 200A, por ejemplo de150A a 200A, por ejemplo de180 A a 190 A.

Por ejemplo, para una capa de múltiples películas, la película de óxido de zinc 152 (y la segunda película opcional de óxido de zinc 156, si está presente) puede tener un grosor en el rango de 10A a 200A, por ejemplo de 50A a 200A, por ejemplo de 60A a 150A, por ejemplo, de 70A a 85A. La capa de óxido de aleación metálica (estannato de zinc) 54 puede tener un grosor en el rango de 50A a 800A, por ejemplo, de 50A a 500A, por ejemplo, de 100A a 300A, por ejemplo, de 110A a 235 A, por ejemplo de 110A a 120A.

Una segunda capa metálica 158 de grosor subcrítico (discontinua) se encuentra sobre la segunda capa dieléctrica 150 (por ejemplo, sobre la segunda película de óxido de zinc 156, si está presente, o sobre la película de estannato de zinc 154 si no). El material metálico, como por ejemplo, oro metálico, cobre, paladio, aluminio, plata o mezclas, aleaciones o combinaciones de los mismos, se aplica con un grosor subcrítico, de modo que se forman regiones o islas aisladas del material. que una capa continua del material. Para la plata, se ha determinado que el grosor crítico es inferior a 50A, como inferior a 40A, como inferior a 30A, como inferior a 25A. Para plata, la transición entre una capa continua y una subcrítica la capa ocurre en el rango de 25A a 50A. Se estima que el cobre, el oro y el paladio exhibirían un comportamiento subcrítico similar en este rango. La segunda capa metálica 158 puede incluir uno cualquiera o más de los materiales descritos anteriormente con respecto a la primera capa reflectante 146 pero estos materiales no están presentes como una película continua. En una realización no limitante, la segunda capa 158

comprende plata isleña con las islas que tienen un grosor efectivo en el intervalo de 1 A a 70A, por ejemplo, de 10A a 40A, por ejemplo, de 10A a 35A, por ejemplo, de 10A a 30A, por ejemplo, de 15A a 30A, por ejemplo, 20A a 30A, por ejemplo, 25A a 30A. El metal subcrítico La capa 158 absorbe la radiación electromagnética de acuerdo con la teoría de resonancia del plasma. Esta absorción depende al menos en parte de las condiciones de contorno en la interfaz de las islas metálicas. La capa metálica subcrítica 158 no es una capa reflectante de infrarrojos, como la primera capa metálica 146. La capa de plata subcrítica 158 no es una capa continua. Se estima que para la plata, las islas metálicas o bolas de metal plateado depositadas por debajo del grosor subcrítico pueden tener una altura de aproximadamente 2 nm a 7 nm, o como 5 nm a 7 nm. Se estima que si la capa de plata subcrítica pudiera extenderse uniformemente, tendría un grosor de aproximadamente 1.1 nm. Se estima que ópticamente, la capa metálica discontinua se comporta como un grosor de capa efectivo de 2.6 nm. Al depositar la capa metálica discontinua sobre estannato de zinc en lugar de óxido de zinc parece aumentar la absorbancia de luz visible del recubrimiento, por ejemplo, de la capa metálica discontinua.

Los valores de grosor asociados con las capas "subcríticas" son un "grosor efectivo". El grosor efectivo puede calcularse en función de una velocidad de recubrimiento de referencia que es más lenta que la velocidad de recubrimiento real del revestidor comercial. Por ejemplo, se aplica una capa de plata sobre un sustrato a la misma velocidad de recubrimiento del revestidor comercial pero a una velocidad de línea reducida (velocidad de recubrimiento de referencia) en comparación con el recubrimiento comercial. Se mide el grosor del recubrimiento depositado a la

velocidad de recubrimiento de referencia y luego se extrapola el "grosor efectivo" para un recubrimiento depositado a la misma velocidad de recubrimiento pero a la velocidad de línea más rápida del costar comercial. Por ejemplo, si una velocidad de recubrimiento particular proporciona un recubrimiento de plata de 25 nm a una velocidad de recubrimiento de referencia que es una décima parte de la velocidad de línea del revestidor comercial, entonces el "grosor efectivo" de la capa de plata a la misma velocidad de recubrimiento pero a la misma velocidad La velocidad de la línea del revestidor comercial (es decir, diez veces más rápida que la ejecución del revestimiento de referencia) se extrapola a 2.5 nm (es decir, una décima parte del grosor). Sin embargo, como se apreciará, la capa de plata en este grosor efectivo (por debajo del grosor subcrítico) no sería una capa continua sino más bien una capa discontinua que tiene regiones discontinuas de material de plata. Otra forma de ajustar el grosor de la capa de plata subcrítica es disminuir la potencia aplicada al cátodo que deposita esa capa. Por ejemplo, el revestidor podría configurarse con energía suministrada a los cátodos para proporcionar grosores de revestimiento conocidos. El poder del cátodo para la capa de plata subcrítica podría entonces reducirse y el grosor de la capa de plata subcrítica podría extrapolarse en función del nivel de potencia reducido. O bien, se podrían generar una serie de muestras a diferentes niveles de potencia hasta que se logre un L* a* y b* deseado

Se puede depositar una segunda capa de imprimación 160 sobre la segunda capa metálica 158. La segunda capa de imprimación 160 puede ser como se describió anteriormente con respecto a la primera capa de imprimación 148. En un ejemplo, la segunda capa de imprimación puede ser titanio o una aleación de níquel-

cromo (como Inconel) que tiene un grosor en el rango de 5A a 50A, por ejemplo, de 10A a 25A, por ejemplo, de 15A a 25A, por ejemplo, de 15A a 22A. Dado que la absorbancia del material subcrítico depende, al menos en parte, de las condiciones de contorno, diferentes primers (por ejemplo, que tienen diferentes índices de refracción) pueden proporcionar al recubrimiento diferentes espectros de absorbancia y, por lo tanto, con diferentes colores.

Se puede depositar una tercera capa dieléctrica 162 sobre la segunda capa metálica 158 (por ejemplo, sobre la segunda película de imprimación 160). La tercera capa dieléctrica 162 también puede incluir una o más capas que contienen óxido de metal o aleación de metal, tal como se discutió anteriormente con respecto a la primera y segunda capa dieléctrica 140, 150. En un ejemplo, la tercera capa dieléctrica 162 es una capa de múltiples películas similar a la segunda capa dieléctrica 150. Por ejemplo, la tercera capa dieléctrica 162 puede incluir una primera capa de óxido metálico 164, por ejemplo, una capa de óxido de zinc, una segunda capa que contiene óxido de aleación metálica 166, por ejemplo, una capa de estannato de zinc depositada sobre la capa de óxido de zinc 164, y una tercera capa opcional de óxido de metal 168, por ejemplo, otra capa de óxido de zinc, depositada sobre la capa de estannato de zinc 166. En un ejemplo, ambas capas de óxido de zinc 164, 168 están presentes y cada una tiene un grosor en el rango de 50A a 200A, como 75A a 150A, como 80A a 150A, como 95A a 120A. La capa de óxido de aleación de metal 166 puede tener un grosor en el rango de 100A a 800A, por ejemplo, de 200A a 700A, por ejemplo, de 300A a 600A, por ejemplo, de 380A a 500 A, por ejemplo, de 380A a 450A.

En un ejemplo, el grosor total de la tercera capa dieléctrica 162 (por ejemplo, los grosores combinados de las capas de óxido de zinc y estannato de zinc) está en el rango de 200A a 1000A, por ejemplo, de 400A a 900A, por ejemplo, de 500A a 900A, por ejemplo, de 650A a 800A, por ejemplo, 690A a 720A.

Una tercera capa metálica reflectante de calor y/o radiación 170 se deposita sobre la tercera capa dieléctrica 162. La tercera capa reflectante 170 puede ser de cualquiera de los materiales discutidos anteriormente con respecto a la primera capa reflectante. En un ejemplo no limitativo, la tercera capa reflectante 170 incluye plata y tiene un grosor en el rango de 25A a 300A, por ejemplo, de 50A a 300A, por ejemplo, de 50A a 200A, por ejemplo, de 70A a 151A, por ejemplo, de 100A a 150A, por ejemplo, de 137A a 150A. La tercera capa metálica es una capa continua.

Una tercera capa de imprimación 172 está situada sobre la tercera capa reflectante 170. La tercera capa de imprimación 172 puede ser como se describió anteriormente con respecto a la primera o segunda capa de imprimación. En un ejemplo no limitativo, la tercera capa de imprimación es titanio y tiene un grosor en el rango de 5A a 50A, por ejemplo, de 10A a 33A, por ejemplo, de 20A a 30A.

Una cuarta capa dieléctrica 174 se encuentra sobre la tercera capa reflectante (por ejemplo, sobre la tercera capa de primer 172). La cuarta capa dieléctrica 174 puede estar compuesta por una o más capas que contienen óxido de metal o aleación de metal, como las discutidas anteriormente con respecto a la primera, segunda o tercera capa dieléctrica 140, 150, 162. En un ejemplo no limitativo, la cuarta capa dieléctrica 174 es una capa de múltiples películas que tiene una primera capa de óxido metálico 176, por ejemplo, una capa de óxido de zinc, depositada

sobre la tercera película de imprimación 172, y una segunda capa de óxido de aleación metálica 178, por ejemplo, una capa de estannato de zinc, depositada sobre la capa de óxido de zinc 176. En una realización no limitativa, la capa de óxido de zinc 176 puede tener un grosor en el intervalo de 25A a 200A, tal como 50A a 150A, tal como 60A a 100A, tal como 80A a 90A. La capa de estannato de zinc 178 puede tener un grosor en el intervalo de 25A a 500A, como por ejemplo, de 50A a 500A, como por ejemplo, de 100A a 400 A, por ejemplo, de 150A a 300A, por ejemplo, de 150A a 200A, por ejemplo, de 170A a 190A.

En un ejemplo no limitativo, el grosor total de la cuarta capa dieléctrica 174 (por ejemplo, los grosores combinados de las capas de óxido de zinc y estannato de zinc) está en el rango de 100A a 800A, por ejemplo, de 200A a 600A, por ejemplo, de 250A a 400 A, por ejemplo, de 250A a 270A.

Se puede ubicar un sobre revestimiento 180 sobre la cuarta capa dieléctrica 174. El sobre revestimiento 180 puede ayudar a proteger las capas de revestimiento subyacentes del ataque mecánico y químico. El revestimiento 180 puede ser, por ejemplo, una capa de óxido metálico o nitruro metálico. Por ejemplo, el revestimiento 180 puede ser titania que tiene un grosor en el intervalo de 10A a 100A, tal como 20A a 80 A, tal como 30A a 50A, tal como 30A a 45A. Otros materiales útiles para la capa superior incluye otros óxidos, como sílice, alúmina o una mezcla de sílice y alúmina.

En una realización no limitativa, la transparencia 10 tiene un porcentaje de reflectancia (% R) de luz visible desde la superficie No. 1 en el rango de 5% a 50%, tal como 20% a 40%, tal como 25% a 30% La transparencia 10 tiene una

transmitancia de luz visible mayor que 20%, tal como mayor que 30%, tal como mayor que 40%. La transparencia tiene un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de menos de 0.3, como menos de 0.27, como menos de 0.25.

La capa recubierta con el recubrimiento 130 puede templarse o tratarse térmicamente sin afectar negativamente a las características de rendimiento del artículo o producir turbidez. Además, el artículo de la invención tiene un color reflejado neutro o moderado, tal como azul o azul verdoso, tanto en reflexión como en transmisión.

Se cree que la falta de turbidez al calentar se debe a la estructura tipo isla de la capa metálica intermedia discontinua. En la Figura 4 se muestra una vista lateral de una capa metálica subcrítica 190 que tiene regiones de recubrimiento discontinuas 191 formadas en una capa dieléctrica 192 y cubiertas por una capa de imprimación 194. El grosor subcrítico del metal hace que el material metálico forme regiones discontinuas o islas de metal u óxido metálico en la capa dieléctrica 192. Cuando la capa de imprimación se aplica sobre la capa de metal subcrítico, el material de la capa de imprimación cubre las islas y también puede extenderse hacia los espacios entre las islas adyacentes del metal subcrítico y contactar con la capa subyacente 192.

El recubrimiento 130 proporciona varias ventajas sobre los recubrimientos conocidos. Por ejemplo, la capa metálica subcrítica aumenta la absorbancia de la luz visible del recubrimiento, haciendo que el artículo recubierto sea más oscuro. La combinación de la capa metálica subcrítica con grosores seleccionados de las capas dieléctricas puede proporcionar al artículo recubierto una reflectancia asimétrica. El

color del artículo se puede ajustar en la transmisión cambiando los imprimadores utilizados en el recubrimiento. Además, el revestimiento de la invención puede tratarse térmicamente sin introducir turbidez.

Debe entenderse que el recubrimiento 130 descrito anteriormente no es limitante para la invención. Por ejemplo, no se requiere que la capa metálica subcrítica sea la segunda capa metálica (intermedia) en la pila. La capa metálica subcrítica podría colocarse en cualquier lugar de la pila de revestimiento. Además, para revestir pilas que tienen una pluralidad de capas de revestimiento metálico, más de una de las capas metálicas podría ser una capa metálica subcrítica.

Si bien el ejemplo anterior incluía dos capas metálicas continuas y una capa metálica discontinua, debe entenderse que este es solo un ejemplo no limitativo. En la práctica general de la invención, el recubrimiento de la invención podría incluir múltiples capas metálicas continuas y múltiples capas metálicas discontinuas. Por ejemplo, un artículo recubierto podría incluir una única capa metálica subcrítica ubicada entre dos capas dieléctricas. O, el recubrimiento podría incluir 3 o más capas metálicas, como 4 o más capas metálicas, como 5 o más capas metálicas, como 6 o más capas metálicas, siendo al menos una de las capas metálicas una capa metálica subcrítica. Las variaciones del revestimiento 130 se describen adicionalmente en la Patente de Estados Unidos No. 9604875.

Los artículos que tienen dos o más capas de revestimiento de plata en un revestimiento de control solar son ampliamente conocidos. En un ejemplo, las transparencias de control solar incluyen un sustrato, y sobre el sustrato, de una a cuatro iteraciones de una capa que comprende, en un orden alejado del sustrato,

una capa dieléctrica, una capa metálica y una capa de imprimación, por ejemplo, como se describe en la Patente de Estados Unidos No. 7910229, que describe un revestimiento con tres capas de plata, o la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos No. 20110117300, que describe un revestimiento de alto coeficiente de ganancia de calor solar que tiene dos capas de plata. Una o más capas metálicas pueden ser discontinuas, por ejemplo, como se describe a continuación.

Productos comerciales que incluyen versiones templadas y no templadas de los artículos descritos a continuación, con productos templados (p. Ej., SOLARGATE® 460VT o SOLARBAN® 70 VT) que requieren capas de imprimación más gruesas, en comparación con el grosor de la capa de imprimación del producto no templado (p. ej., SOLARGATE® 460 o SOLARBAN® 70 XL) y, con la excepción de cualquier capa de plata subcrítica (discontinua), que no se puede aumentar en grosor sin cambiar sus propiedades ópticas únicas, se puede aumentar el grosor de una o más capas de plata continuas y el grosor de una o más capas de imprimación aumenta en el producto templado en comparación con el producto no templado. En un aspecto, el grosor de una o más de las capas de imprimación recocidas instantáneamente está entre el grosor del producto no templado y el producto templado, por ejemplo, cuando una o más capas de imprimación tienen un grosor que varía desde el grosor de una capa de imprimación en el producto no templado más 20% a 80%, o 30% a 70%, de la diferencia de grosor entre los grosores de la capa de imprimación en el producto templado menos los grosores de la capa de imprimación en los productos no templados.

Como se muestra en la Figura 5, un recubrimiento ejemplar 130 incluye una capa base o primera capa dieléctrica 240 depositada sobre al menos una porción de una superficie principal de un sustrato (por ejemplo, el No. 2 superficie 216 de la primera capa 212). La primera capa dieléctrica 240 puede ser una sola capa o puede comprender más de una película de materiales antirreflectantes y/o materiales dieléctricos, tales como, entre otros, óxidos metálicos, óxidos de aleaciones metálicas, nitruros, oxinitruros o mezclas de los mismos. La primera capa dieléctrica 240 puede ser transparente a la luz visible. Los ejemplos de óxidos metálicos adecuados para la primera capa dieléctrica 240 incluyen óxidos de titanio, hafnio, circonio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño y sus mezclas. Estos óxidos metálicos pueden tener pequeñas cantidades de otros materiales, como manganeso en óxido de bismuto, estaño en óxido de indio, etc. Además, se pueden usar óxidos de aleaciones metálicas o mezclas de metales, tales como óxidos que contienen zinc y estaño (por ejemplo, estannato de zinc, definido a continuación), óxidos de aleaciones de indio y estaño, nitruros de silicio, nitruros de silicio aluminio o nitruros de aluminio. Además, se pueden usar óxidos metálicos dopados, tales como óxidos de estaño dopados con antimonio u indio u óxidos de silicio dopados con níquel o boro. La primera capa dieléctrica 240 puede ser una película sustancialmente monofásica, tal como una película de óxido de aleación metálica, por ejemplo, estannato de zinc, o puede ser una mezcla de fases compuestas de óxidos de zinc y estaño o puede estar compuesto de una pluralidad de películas.

Por ejemplo, la primera capa dieléctrica 240 (ya sea una película simple o una capa de película múltiple) puede tener un grosor en el rango de 100A a 600A, tal

como 100A a 500A, tal como 100A a 350A, tal como 150A a 300A, tal como 200A a 250A, tal como 210 A a 220 A.

La primera capa dieléctrica 240 puede comprender una estructura de múltiples películas que tiene una primera película 142, por ejemplo, una película de óxido de aleación metálica, depositada sobre al menos una porción de un sustrato (tal como la superficie principal interna 216 de la primera capa 212) y una segunda película 244, por ejemplo, una película de óxido metálico o de mezcla de óxido, depositada sobre la primera película de óxido de aleación metálica 242. En una modalidad no limitante, la primera película 242 puede ser estannato de zinc.

Por ejemplo, la primera película 242 puede ser estannato de zinc y la segunda película 244 puede ser óxido de zinc (por ejemplo, 90% en peso de óxido de zinc y 10% en peso de óxido de estaño). Por ejemplo, la primera película 242 puede comprender estannato de zinc que tiene un grosor en el intervalo de 50A a 600A, tal como 50A a 500A, tal como 75A a 350A, tal como 100A a 250A, tal como 100A a 200A, como 100A a 150A, como 140A a 150A.

La segunda película 244 puede comprender óxido de zinc que tiene un grosor en el intervalo de 50A a 200A, tal como 50A a 150A, tal como 70A a 100A.

En otro ejemplo de recubrimiento, la primera capa dieléctrica 240 comprende una primera capa que comprende estannato de zinc, una segunda capa que comprende óxido de zinc, una tercera capa que comprende estannato de zinc y una cuarta capa que comprende óxido de zinc, en donde la primera capa dieléctrica tiene un grosor en el rango de 44 nm a 48 nm, la primera capa y la tercera capa tienen un

grosor en el rango de 16 nm a 17 nm, y la segunda capa y la cuarta capa tienen un grosor en el rango de 6 nm a 8 nm.

Se puede depositar una primera capa metálica reflectante de calor y/o radiación 246 sobre la primera capa dieléctrica 240.La primera capa reflectante 246 puede incluir un metal reflectante, tal como, pero sin limitación, oro metálico, cobre, paladio, plata, o mezclas, aleaciones o una combinación de los mismos. En una modalidad, la primera capa reflectante 246 comprende una capa de plata metálica que tiene un grosor en el intervalo de 25A a 300A, por ejemplo, de 50A a 300A, por ejemplo, de 50A a 250A, por ejemplo, de 50A a 200A, por ejemplo, de 70A a 200A, por ejemplo, de 100A a 200A, por ejemplo, de 120A a 180A.

Una primera capa de imprimación 248 está situada sobre la primera capa reflectante 246. La primera capa de imprimación 148 puede ser una película única o una capa de película múltiple. La primera capa de imprimación 248 puede incluir un material de captura de oxígeno que puede ser sacrificado durante el proceso de deposición para evitar la degradación u oxidación de la primera capa reflectante 246 durante el proceso de pulverización catódica o procesos de calentamiento posteriores. La primera capa de imprimación 248 también puede absorber al menos una porción de radiación electromagnética, tal como luz visible, que pasa a través del recubrimiento 230. Los ejemplos de materiales útiles para la primera capa de imprimación 248 incluyen titanio, Inconel, Stellite® y mezclas de los mismos. Por ejemplo, la primera capa de imprimación 248 puede tener un grosor en el intervalo de 5A a 50A, por ejemplo, 10A a 40A, por ejemplo, 20A a 40A, por ejemplo, de 20A a 30A. En un ejemplo, la primera imprimación 148 es titanio.

Una capa dieléctrica externa opcional 274 está ubicada sobre la iteración más externa de la película de imprimación 248. La capa dieléctrica externa 274 puede estar compuesta por una o más capas que contienen óxido de metal o aleación de metal, como las discutidas anteriormente con respecto a las primeras capas dieléctricas 240. En un ejemplo no limitativo, la capa dieléctrica exterior 274 es una capa de múltiples películas que tiene una primera capa de óxido metálico 276, por ejemplo, una capa de óxido de zinc, depositada sobre la tercera película de imprimación 272, y una segunda capa de óxido de aleación metálica 278, por ejemplo, una capa de estannato de zinc, depositada sobre la capa de óxido de zinc 276. En una modalidad no limitante, la capa de óxido de zinc 276 puede tener un grosor en el intervalo de 25A a 200A, tal como 50A a 150A, tal como 60A a 100A, tal como 70A a 90A. La capa de estannato de zinc 278 puede tener un grosor en el rango de 25A a 500A, por ejemplo, de 50A a 500A, por ejemplo, de 100A a 400A, por ejemplo, de 150A a 300A, por ejemplo, de 150A a 200A, por ejemplo, de 170A a 200A.

Desde el punto de vista de una, dos, tres o cuatro iteraciones adicionales del conjunto 249 que incluyen la capa dieléctrica 240, la capa metálica reflectante de calor y/o radiación 246, y la capa de imprimación 248, pueden depositarse sobre la capa de imprimación y debajo de la capa dieléctrica exterior 274. En un aspecto, donde hay dos o más iteraciones del conjunto 249, una o más de las capas metálicas reflectoras de calor y / o radiación 246, es subcrítica, por ejemplo y sin limitación, como se muestra en la Figura 4.

En un ejemplo no limitativo, el grosor total de la capa dieléctrica exterior 274 (por ejemplo, los grosores combinados de las capas de óxido de zinc y estannato de zinc) está en el rango de 100A a 800A, por ejemplo, de 200A a 600A, por ejemplo, de 250A a 400A, por ejemplo, de 250A a 270A.

Se puede ubicar un sobre recubrimiento 280 sobre la cuarta capa dieléctrica 274. El sobre recubrimiento 280 puede ayudar a proteger las capas de revestimiento subyacentes del ataque mecánico y químico. La capa superior 280 puede ser, por ejemplo, una capa de óxido metálico o nitruro metálico. Por ejemplo, el sobre recubrimiento 280 puede ser titanio que tiene un grosor en el intervalo de 10A a 100A, tal como 20A a 80A, tal como 30A a 50A, tal como 30A a 40A.

Otro ejemplo de recubrimiento no limitante 330 se muestra en la Figura 6. Este recubrimiento ejemplar 330 incluye una capa base o primera capa dieléctrica 340 depositada sobre al menos una porción de una superficie principal de un sustrato (por ejemplo, el No. 2 superficie 16 de la primera capa 12). La primera capa dieléctrica 340 puede ser similar a la primera capa dieléctrica 40 descrita anteriormente. Por ejemplo, la primera capa dieléctrica 340 puede ser una sola capa o puede comprender más de una película de materiales antirreflectantes y/o materiales dieléctricos, tales como, entre otros, óxidos metálicos, óxidos de aleaciones metálicas, nitruros, oxinitruros o mezclas de los mismos. La primera capa dieléctrica 340 puede ser transparente a la luz visible. Los ejemplos de óxidos metálicos adecuados para la primera capa dieléctrica 340 incluyen óxidos de titanio, hafnio, circonio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño y sus mezclas. Estos óxidos metálicos pueden tener pequeñas cantidades de otros materiales, como

manganeso en óxido de bismuto, estaño en óxido de indio, etc. Además, se pueden usar óxidos de aleaciones metálicas o mezclas de metales, tales como óxidos que contienen zinc y estaño (por ejemplo, estannato de zinc, definido a continuación), óxidos de aleaciones de indio y estaño, nitruros de silicio, nitruros de silicio aluminio o nitruros de aluminio. Además, se pueden usar óxidos metálicos dopados, tales como óxidos de estaño dopados con antimonio u indio u óxidos de silicio dopados con níquel o boro. La primera capa dieléctrica 340 puede ser una película sustancialmente monofásica, tal como una película de óxido de aleación metálica, por ejemplo, estannato de zinc, o puede ser una mezcla de fases compuestas de óxidos de zinc y estaño o puede estar compuesto de una pluralidad de películas. Por ejemplo, la primera capa dieléctrica 340 (ya sea una película simple o una capa de película múltiple) puede tener un grosor en el rango de 100A a 800A, tal como 100A a 600A, tal como 200A a 600A, tal como 400A a 500A, tal como 440A a 500A.

La primera capa dieléctrica 340 puede comprender una estructura de múltiples películas que tiene una primera película 342, por ejemplo, una película de óxido de aleación metálica, depositada sobre al menos una porción de un sustrato (tal como la superficie principal interna 16 de la primera capa 12) y una segunda película 344, por ejemplo, una película de óxido metálico o de mezcla de óxido, depositada sobre la primera película de óxido de aleación metálica 342. En una modalidad no limitativa, la primera película 342 puede ser estannato de zinc.

Por ejemplo, la primera película 342 puede ser estannato de zinc y la segunda película 344 puede ser óxido de zinc (por ejemplo, 90% en peso de óxido de zinc y 10% en peso de óxido de estaño). Por ejemplo, la primera película 342 puede

comprender estannato de zinc que tiene un grosor en el intervalo de 50A a 600A, tal como 50A a 500A, tal como 75A a 400A, tal como 200A a 400A, tal como 300A a 400A, tal como 355A a 400A.

La segunda película 344 puede comprender óxido de zinc que tiene un grosor en el intervalo de 50A a 200A, tal como 50A a 150A, tal como 85A a 100A.

Se puede depositar una primera capa metálica reflectante de calor y/o radiación 346 sobre la primera capa dieléctrica 340. La primera capa reflectante 346 puede incluir un metal reflectante, tal como, pero sin limitación, oro metálico, cobre, plata o mezclas, aleaciones o combinaciones de los mismos. En una modalidad, la primera capa reflectante 346 comprende una capa de plata metálica que tiene un grosor en el intervalo de 25A a 300A, por ejemplo, de 50A a 300A, por ejemplo, de 50A a 250A, por ejemplo, de 50A a 200A, tal como 70A a 200A, tal como 70A a 100A, tal como 73A a 100A.

Una primera capa de imprimación 348 está situada sobre la primera capa reflectante 346. La primera capa de imprimación 348 puede ser una película única o una capa de película múltiple. La primera capa de imprimación 348 puede incluir un material de captura de oxígeno que puede ser sacrificado durante el proceso de deposición para evitar la degradación u oxidación de la primera capa reflectante 346 durante el proceso de pulverización catódica o procesos de calentamiento posteriores. La primera capa de imprimación 348 también puede absorber al menos una porción de radiación electromagnética, tal como luz visible, que pasa a través del recubrimiento 330. Los ejemplos de materiales útiles para la primera capa de imprimación 348 incluyen titanio, Inconel, Stellite® y mezclas de los mismos. Por

ejemplo, la primera capa de imprimación 348 puede ser una capa de múltiples películas que tiene una primera película de imprimación 349 y una segunda película de imprimación 351. La primera y segunda películas de imprimación 349, 351 son típicamente de diferentes materiales. Por ejemplo, la primera película de imprimación 349 puede ser Inconel que tiene un grosor en el intervalo de 1A a 10A, por ejemplo, de 1A a 5A. La segunda película de imprimación 351 puede ser de titanio con un grosor en el intervalo de 5A a 20 A, por ejemplo, de10A a 15A.

Una segunda capa dieléctrica 350 se encuentra sobre la primera capa reflectante 346 (por ejemplo, sobre la primera capa de imprimación 348). La segunda capa dieléctrica 350 puede comprender una o más películas que contienen óxido de metal o aleación de metal, tales como las descritas anteriormente con respecto a la primera capa dieléctrica 340. Por ejemplo, la segunda capa dieléctrica 350 puede incluir una primera película de óxido metálico 352, por ejemplo, una película de óxido de zinc, depositada sobre la primera película de imprimación 348 y una segunda película de óxido de aleación metálica 354, por ejemplo, una película de estannato de zinc (Zn_2SnO_4), depositada sobre la primera película de óxido de zinc 352. Una tercera película opcional de óxido de metal 356, por ejemplo, otra capa de óxido de zinc, se puede depositar sobre la capa de estannato de zinc.

La segunda capa dieléctrica 350 puede tener un grosor total (por ejemplo, los grosores combinados de las capas si hay más de una capa presente) están en el rango de 50A a 1000A, por ejemplo, de 50A a 800A, por ejemplo, de 100A a 800A, por ejemplo, de 200A a 800A, por ejemplo, de 500A a 700A, por ejemplo, de 650A a 700A.

Por ejemplo, para una capa de múltiples películas, la película de óxido de zinc 352 (y la tercera película opcional de óxido de zinc 356, si está presente) puede tener un grosor en el rango de 10A a 200A, por ejemplo, 50A a 200A, por ejemplo, de 50A a 150A, por ejemplo, de 50A a 75A. La capa de óxido de aleación metálica (estannato de zinc) 54 puede tener un grosor en el rango de 50A a 800A, por ejemplo, de 50A a 500A, por ejemplo, de 100A a 500A, por ejemplo, de 400A a 500A.

Una capa metálica reflectante 358 está situada sobre la segunda capa dieléctrica 350 (por ejemplo, sobre la tercera película de óxido de zinc 356, si está presente, o sobre la película de estannato de zinc 354 si no). En una modalidad no limitante, la segunda capa reflectante 358 comprende plata que tiene un grosor en el intervalo de 50A a 300A, por ejemplo, de 100A a 200A, por ejemplo, de 150A a 200 A, por ejemplo, de 170A a 200A.

Se puede depositar una segunda capa de imprimación (primer) 372 sobre la segunda capa reflectante 358. La segunda capa de imprimación (primer) 372 puede ser como se describió anteriormente con respecto a la primera capa de imprimación (primer) 348. Por ejemplo, la segunda capa de imprimación 372 puede ser una capa de múltiples películas que tiene una primera película de imprimación 371 y una segunda película de imprimación 373. La primera y segunda películas de imprimación 371, 373 son típicamente de diferentes materiales. Por ejemplo, la primera película de imprimación 371 puede ser Inconel que tiene un grosor en el intervalo de 1A a 15A, por ejemplo, de 5A a 10A. La segunda película de imprimación 373 puede ser titanio con un grosor en el intervalo de 5A a 20A, por ejemplo, de 10A a 15A.

Una tercera capa dieléctrica 374 puede ser depositada sobre la segunda capa reflectante 358 (por ejemplo, sobre la segunda película de imprimación 372). La tercera capa dieléctrica 374 también puede incluir una o más capas que contienen óxido de metal o aleación de metal, tal como se discutió anteriormente con respecto a la primera y segunda capa dieléctrica 340, 350. En un ejemplo, la tercera capa dieléctrica 374 es una capa de múltiples películas similar a la segunda capa dieléctrica 350. En un ejemplo no limitativo, la tercera capa dieléctrica 374 es una capa de múltiples películas que tiene una primera capa de óxido metálico 376, por ejemplo, una capa de óxido de zinc, depositada sobre la segunda capa de imprimación 372, y una segunda capa de óxido de aleación metálica 378, por ejemplo, una capa de estannato de zinc, depositada sobre la capa de óxido de zinc 376. En una modalidad no limitativa, la capa de óxido de zinc 376 puede tener un grosor en el intervalo de 25A a 200A, tal como 50A a 150A, tal como 100A a 150A. La capa de estannato de zinc 378 puede tener un grosor en el rango de 25A a 500A, por ejemplo, de 50A a 500A, por ejemplo, de 100A a 400A, por ejemplo, de 200A a 350A, por ejemplo, de 300A a 350A, por ejemplo, de 320A a 350A.

En un ejemplo no limitativo, el grosor total de la tercera capa dieléctrica 374 (por ejemplo, los grosores combinados de las capas de óxido de zinc y estannato de zinc) está en el rango de 100A a 800A, por ejemplo, de 200A a 600A, por ejemplo, de 250A a 500A, por ejemplo, de 470A a 500A.

Se puede ubicar un sobre recubrimiento 380 sobre la tercera capa dieléctrica 374. El sobre recubrimiento 380 puede ayudar a proteger las capas de revestimiento subyacentes del ataque mecánico y químico. El sobre recubrimiento o capa superior

380 puede ser, por ejemplo, una capa de óxido metálico o nitruro metálico, por ejemplo, el sobre recubrimiento 380 puede ser titania que tiene un grosor en el intervalo de 10A a 100A, tal como 20A a 80A, tal como 30A a 50A, tal como 30A a 40A.

Los siguientes ejemplos ilustran diversas modalidades de la invención. Sin embargo, debe entenderse que la invención no se limita a estas modalidades específicas.

En un aspecto, se reviste un recubrimiento en un patrón para producir una transmitancia y/o un patrón reflectante en el recubrimiento. Los patrones en recubrimientos son útiles por una variedad de razones, que van desde lo estético hasta lo funcional. Por ejemplo, se puede producir un patrón para hacer una transparencia más visible para la vida silvestre, por ejemplo, para reducir las colisiones con las aves, para crear un efecto estético deseable o para crear una pantalla de privacidad parcial o una densidad o efecto gradual. En otro aspecto, un revestimiento está diseñado para crear un patrón de baja resistividad, por ejemplo, circuitos, en el revestimiento, por ejemplo, para uso en dispositivos electroópticos. En un aspecto, el patrón se crea interponiendo un filtro o objeto opaco o una máscara, como una hoja entre la lámpara de flash y el revestimiento que se va a destellar.

Con referencia a la Figura 7, un revestimiento 430, por ejemplo, depositado sobre al menos una porción de una superficie principal de un sustrato (por ejemplo, la No. 2 superficie 16 de la primera capa 12), se somete a destello como se describe en este documento usando una lámpara de destallar 432. Una máscara 434 se

interpone entre la lámpara de destallar 432 y el revestimiento 430, produciendo un efecto de sombreado, que da como resultado una aplicación diferencial de luz en un patrón sobre el revestimiento 430. Debido a que el efecto de sombreado provoca un tratamiento de luz diferente sobre la superficie de las capas de revestimiento, el revestimiento está expuesto a diferentes intensidades de luz y, por lo tanto, da como resultado un patrón de cualquier aspecto de las capas del revestimiento afectadas por la luz, incluyendo pero no limitado a cambios en transmitancia o valores de color reflectantes (p. ej. Valores L*, a*, b*), transmitancia, reflectividad, turbidez, cristalinidad y/o resistencia de la lámina. La máscara 434 se muestra en una posición intermedia entre la lámpara de destallar 432 y el recubrimiento 430. En la práctica, la máscara se puede colocar en cualquier posición entre la lámpara 432 y el recubrimiento 430 para producir un efecto de enmascaramiento deseado. Debido a que la fuente de luz es incoherente y no necesariamente una fuente puntual, en un aspecto, puede ser preferible colocar la máscara 434 directamente o lo más cerca posible del recubrimiento 430 para crear un patrón más definido. En otro aspecto, puede ser preferible colocar la máscara como se muestra, o en una posición entre el recubrimiento 430 y la lámpara de destallar 432 para crear un patrón más suave y menos definido. Como sería evidente para un experto en la materia, el uso de una estrella como máscara 434 es meramente ejemplar, y la máscara 434 puede tener cualquier forma y transparencia deseadas y, cuando es menos del 100% opaco, la máscara 434 puede tener coloración y / o transmitancia deseada (que actúa como un filtro de color o de densidad neutra) para filtrar la luz de la lámpara de destellar 432, efectuando un enmascaramiento parcial del recubrimiento 430. En otros

aspectos, se pueden usar máscaras múltiples. En otros aspectos, la máscara 434 puede tener un gradiente de transmitancia (que actúa como un filtro de gradiente de densidad neutra) y / o color (que actúa como un filtro de gradiente de color), para producir un patrón de gradiente en el recubrimiento 430.

Ejemplo 1

Artículos de vidrio recubiertos con ITO se prepararon por deposición MSVD de una capa de ITO sobre vidrio flotado de 3.2 mm de grosor en argón con presión variable y porcentajes de O_2, hasta el grosor indicado en la Figura 8. Los artículos se sometieron a evaporación instantánea a temperatura ambiente (~ 22°C) con un pulso único de 500 microsegundos y ~ 4-5 J/cm^2. La resistencia de la lámina se midió usando una sonda de cuatro puntos y los resultados se proporcionan en la Figura 8. Resistencia laminar adecuada (<30 Ω/□), con resistencias laminar de menos de 20 Ω/□ para capas de más de 125 nm. La emisividad para los mismos artículos recubiertos se evaluó mediante una metodología estándar, con los resultados representados en la Figura 9, que muestran que para capas ITO de más de 150 nm de grosor, y especialmente en el rango de 250 nm a 350 nm, la emisividad cambia de dos a cinco-fold y se eleva a 35 Ω/□.

Ejemplo 2

Artículos recubiertos con ITO se prepararon esencialmente como se indica en el Ejemplo 1, excepto que la presión, el porcentaje de O2 y los grosores fueron variados como se indica en las Figuras 10A y 10B. Las muestras se destellaron con un pulso de ~ 500 microsegundos de una lámpara de xenón a ~4-5 J/cm^2. Las medidas de Hall (concentración de portador y movilidad del portador) se midieron por métodos

estándar. Como se puede ver en las Figuras 10A y 10B, la movilidad y la concentración del portador aumentaron después del destalleo, lo que indica un aumento general en la conductividad, pero el mayor aumento en la concentración del portador se observó para el ITO depositado a 4 mTorr y 1,5% de O_2.

Ejemplo 3

Artículos recubiertos con ITO se prepararon esencialmente como en el Ejemplo 1, con la excepción de que todas las muestras tenían capas de ITO de 250 nm de grosor, depositadas por MSVD en argón a 4 mTorr, con 0%, 1 .5% o 2.5% de O_2. La transmisión se midió por espectrofotometría y la absorción normalizada se calculó a partir de los datos de transmisión y reflexión. Los resultados se muestran en las Figuras 11A y 11 B. La transmitancia integrada se indica para dos conjuntos de muestras. Las muestras se flashearon con un pulso único de ~ 500 microsegundos a ~ 4-5 J/cm^2. Se observan diferencias significativas en la transmitancia y la absorción normalizada entre muestras pre-destelladas y destelladas dentro de los espectros de infrarrojo visible y cercano para 0% y 1 .5% de muestras de O_2, mientras que se observa poco efecto con 2.5% de O_2, lo que indica que el ITO deficiente en oxígeno es más reactivo al destelleo.

Ejemplo 4

Artículos recubiertos con ITO se prepararon esencialmente como se indica en el Ejemplo 1, excepto que la presión, el porcentaje de O_2 fue de 3 mTorr y el 2.5% de O_2, y los grosores se variaron como se indica en la Figura 12. Las muestras se flashearon con un pulso de ~ 500 microsegundos de una lámpara de xenón a ~ 4-5 J/cm^2. La resistencia de la lámina y la transmitancia integrada se evaluaron mediante

métodos estándar. Como se puede ver en la Figura 12, para ITO depositado a 4mTorr y 1.5% de O_2, para láminas que van desde 250 nm hasta más de 650 nm, se puede obtener baja resistencia y transmitancia de lámina por recocido instantáneo.

Ejemplo 5

Artículos recubiertos con ITO se prepararon esencialmente como se describe en el ejemplo 1, con la excepción de que el grosor de la capa de ITO era de aproximadamente 300 nm. Se usaron diferentes condiciones de deposición de ITO, lo que resultó en espectros de coeficiente de absorción como se indica en la Figura 13A, determinado por metodología estándar. Las muestras se flashearon con un pulso de ~ 500 microsegundos de una lámpara de xenón a ~ 4-5 J/cm^2. Se obtuvieron trazas de difracción de rayos X (DRX) por metodología estándar para cada muestra (Figura 13B). Como se puede ver en la Figura 13A, a medida que el coeficiente de absorción aumenta para la luz entre 425 nm y 500 nm, la profundidad de penetración de la luz disminuye y se observa un desplazamiento y mejora de los picos XRD para la muestra 2, mientras se observa una división o bifurcación de los picos para la muestra 3, indicativo de la formación de dos subcapas a partir de una sola capa ITO.

Como se muestra en la Figura 13A, el coeficiente de absorción de la capa afecta la profundidad de penetración del destelleo. Para capas de grosor suficiente y con coeficientes de absorción suficientemente altos, la profundidad de penetración del destelleo en la capa se puede modular de modo que la capa se transforme solo parcialmente, lo que da como resultado una capa de ITO dividida que tiene diferentes características físicas. En tal caso, la capa ITO se puede bifurcar en una primera

capa (más cercana a la lámpara de destelleo) que el destellador convierte físicamente, y en una segunda capa (más lejos del destellador) que no lo es. Por lo tanto, como se muestra en la Figura 13B, los recubrimientos con un coeficiente de absorción mayor (profundidad de penetración más baja) muestran división. Los recubrimientos con coeficiente de absorción intermedio (y profundidad de penetración) muestran desplazamiento de los picos. Los recubrimientos con la profundidad de penetración más alta (absorción más baja) casi no presentan cambios en el patrón XRD.

Ejemplo 6

Los artículos recubiertos con ITO se prepararon esencialmente como se describe en el Ejemplo 1, con la excepción de que el grosor de la capa de ITO era como se indica en la Figura 14, y el ITO se depositó a 4 mTorr con 1.5% de O_2. Las muestras se destellaron con un pulso de ~ 500 microsegundos de una lámpara de xenón a ~4-5 J/cm^2. Las trazas de difracción de XRD se proporcionan en la Figura 14. Como se puede ver, todos los grosores exhibieron transformación como resultado del destelleo o destelleo, pero a medida que aumentó el grosor de la capa, por ejemplo. más allá de la profundidad de penetración efectiva del pulso de luz para esta composición ITO particular, se observa la bifurcación de la capa en dos subcapas físicamente diferentes con grosores superiores a 186 nm. Para diferentes composiciones de ITO y TCO, y para diferentes espectros e intensidades de destelleo, se espera que la bifurcación comience a diferentes grosores.

Ejemplo 7

Se preparó una lámina de 12" x 12" de un producto de recubrimiento MSVD sobre vidrio monolítico esencialmente como se describe en la Publicación de Solicitud de Patente de los Estados Unidos Núm. 20110117300, con el siguiente orden: sustrato, una primera capa dieléctrica (40-55 nm), un capa reflectante (5.5-8.5 nm), una capa de imprimación (0.5-6nm), una segunda capa dieléctrica (15-45nm) y una capa protectora de hasta 15 nm. Estos grosores son para un producto recocido. Se encontró que el uso de grosores de imprimación en este rango resultó en turbidez y pérdida de calidad visual después del destelleo. Por lo tanto, el producto nominal descrito anteriormente se modificó para aumentar ambos grosores de imprimación en 1kW, para aumentar ambos grosores de imprimación en 1.5 kW y para disminuir los óxidos superiores y centrales en 3kW, o para aumentar ambos grosores de imprimación en 2 kW y para disminuir la parte superior y óxidos centrales por 3kW.

Se usó el sistema NovaCentrix PulseForge 1300 para calentar rápidamente por destelleo los sustratos de prueba. El escenario se estableció a una altura “z” de 13 mm. Para el "desarrollo del proceso", se utilizaron 2 cuadrados de 2”x2” del vidrio recubierto con el conjunto PulseForge para parpadear o destellar una vez en modo de "posición fija". La resistencia laminar de estas muestras se midió antes y después del procesamiento instantáneo a través de una sonda de 4 puntos.

Las muestras enviadas para el análisis analítico fueron 4"x4". Los parámetros de destelleo utilizados fueron el conjunto identificado como preferido en función de los resultados de 2"x2", pero como la pieza era más grande que la región cubierta

por un solo evento de destelleo, el modo se cambió a "una vez" con el conjunto de superposición en 2.0 y rendimiento configurado a 10 pies/min.

La Figura 15 muestra las condiciones de destello utilizadas en esta evaluación. Una serie de muestras de '1 kW' fue cortada de uno de los 12x12s de Sungate 460 con la imprimación aumentado por 1 kW. Todas las series de muestras SkW se cortan de uno de los 12x12s de Sungate 460 con la imprimación aumentada en 1.5 kW, y la serie de muestras '2kW' se cortan de una de las 12x12s de Sungate 460 con la imprimación aumentada en 2 kW. La serie de muestras 'Norn' es el corte de un 12x12 de Sungate 460 nominal. Las resistencias de la lámina 'antes del destello' mostraron ligeras diferencias entre las versiones, con una resistividad nominal de la lámina Sungate 460 antes del flash de aproximadamente 3.68 Q/sq. siendo el más alto, las series '1kW' y '1.SkW' que muestra aproximadamente 3.58 Q/sq. y la serie '2kW' que mide cerca de 3.63 Q/sq.

La muestra de resistividad más baja de la lámina posterior al destelleo de cada 12x12 se resalta en verde. Tenga en cuenta que en tres de las muestras resaltadas en verde se utilizaron 640V y 500 μs de duración de pulso para el recocido instantáneo. De estos resultados, las tres resistencias posteriores al destello más bajas en general involucraron piezas de ‘1.5 kW’ en diferentes condiciones de destello. El 12x12 mostró el menor beneficio del proceso de destelleo fue la muestra A. "DAM" en la columna Rs después del destelleo se usa para indicar una presunción de daño al recubrimiento como resultado del destelleo; en estos casos, se cree que la potencia del destelleo, que aumenta tanto al aumentar el voltaje como al aumentar la duración, fue mayor que el nivel óptimo.

Con base en este resultado, se cortó una pieza de 4"x4" del material de 1.5 kW y se destelló bajo los mismos puntos de ajuste de destello (usando el modo "Una vez a través", como se describe anteriormente). Se prepararon tres muestras totales de 4”x4” y se enviaron para la emisividad y la caracterización de SHGC, de la siguiente manera: Muestra A (NOM-4x4), Muestra C sin destelleo y Muestra C con destelleo. Las Figuras 16 y 17 son tablas que muestran el color visible y las propiedades de rendimiento, como simulado integrado en dispositivos de vidrio aislante utilizando dos vidrios ligeros transparentes de 3.2 mm y un espacio de aire de 0.5", para cinco recubrimientos diferentes: las tres muestras descritas de 4" X4", un producto recocido comercial y una versión templada comercial del recocido producto.

Como se ve en la Figura 15, se resalta la resistividad más baja de la lámina posterior al destello. Tres de las muestras resaltadas utilizaron una duración de destello de 640V y 500 s, y las tres resistencias más bajas de la lámina posterior al destello involucraron piezas de imprimación de 1.5kW. Presumiblemente, las muestras marcadas con "DAM" se dañaron como resultado del destelleo por encima de un rango óptimo. Las piezas del material de 1.5 kW se destellaron como se indicó anteriormente y se compararon con el producto nominal descrito anteriormente y con los productos comerciales no templados comerciales (Sungate 460) y templados (Sungate 460VT) utilizando una simulación por computadora de vidrio aislado. Como se puede ver en la Figura 16, la muestra procesada por destelleo es muy similar en color a los productos comerciales, y las tres muestras muestran una transmitancia elevada en comparación con los productos comerciales. Como se puede ver en la

Figura 17, las muestras procesadas con destelleo mostraron una emisividad más baja y un coeficiente de ganancia de calor solar más alto.

Ejemplo 8

Se preparó un artículo de tres capas, esencialmente de plata como se describe anteriormente, por ejemplo, en referencia a las Figuras 5 y 6, y correspondiente a los recubrimientos comerciales basados en SOLARBAN® 70, con el objetivo de determinar si se puede lograr un aumento de TL* en una cantidad suficiente para poder producir un producto no templado que coincidiría estrechamente con el producto templado comercial.

Se depositó un conjunto de muestras de variaciones en un producto no recocido sobre un vidrio claro de 5 mm. Las variaciones del conjunto de muestras se centraron en los cambios en los grosores de imprimación y los grosores de capas continuas de plata. Se definió y realizó un conjunto de cinco condiciones de procesamiento de destelleo en piezas cortadas de cada recubrimiento; junto con muestras de control (no actualizadas). Se caracterizó y analizó un conjunto de 102 muestras, y se usó modelado óptico para determinar el grosor de las capas.

Las 17 variaciones de recubrimiento se compararon con muestras no templadas (recocidas) y templadas (VT) como se muestra en la Tabla 1

Tabla 1

	Silver Layer Variation (% increase above nominal)				
Primer:	0	1	2	3	221
Annealed	21C				22C
30%	26C	25C	24C		23C
40%	27C	28C	29C	30C	31C
50%	35C	34C	33C		32C
VT	36C				37C

En la Tabla 1, el 0, 1, 2, 3 y 221 son aumentos porcentuales en cada una de las capas continuas de plata. Todas las muestras enumeradas a continuación ‘O’ se depositaron usando un grosor de plata nominal (+0%) en cada capa, cada una de las muestras bajo '2’ tuvo un aumento de la potencia del cátodo de plata en aproximadamente un 2%. El '221' se refiere a un aumento del 2% en la plata inferior, un aumento del 2% en la plata central y un aumento del 1% en la plata superior. Para los imprimadores, se usaron 5 grosores de imprimación, incluido el espesor de imprimador de nivel recocido, el nivel de VT y tres imprimadores intermedios con él % refiriéndose a la fracción de aumento de grosor desde el nivel de recocido hasta el nivel de VT. Por ejemplo, la muestra "29C" era idéntica a la producción de SOLARBAN® 70XL excepto que (1) cada uno de los niveles de potencia de la capa de plata (y, por lo tanto, nominalmente grosores de plata) se incrementó en aproximadamente un 2% y (2) cada nivel de potencia del cátodo de imprimación estaba en un punto de ajuste del 40% del camino desde el nivel de potencia recocido que aumentaba hacia el nivel de potencia VT.

Cada muestra se procesó en 6 condiciones de procesamiento de destello diferentes, denominadas "-C" y "- 1" a “-5 ". La interpretación de estos sufijos se da en la Tabla 2:

Tabla 2

Suffix	Voltage (V)	Duration (μs)	Reps	Notes
-C	NA	NA	NA	Unflashed control
-1	660	500	2	
-2	660	500	1	
-3	620	500	1	
-4	675	500	1	
-5				Recipe 19

La fórmula 19 se refiere a un conjunto de condiciones de destello que se observó que producían valores altos de TL*. El proceso utiliza 19 destelleos a un voltaje generalmente creciente como sigue:

Tabla 3

Flash	Voltage (V)	Duration (μs)
1	540	500
2	545	500
3	550	500
4	555	500
5	560	500
6	560	500
7	560	500
8	560	500
9	565	500
10	567	500
11	569	500
12	569	500
13	571	500
14	573	500
15	575	500
16	577	500
17	579	500
18	581	500
19	583	500

Usando esta nomenclatura, la muestra 36C-3 se refiere a una pieza que se cortó de un recubrimiento que de otro modo era idéntico a la línea de base SOLARBAN® 70XL, excepto que usó niveles de potencia de imprimación VT y luego se destello una sola vez a 620V con una duración de 500s. Las más de 100 muestras en este conjunto permiten comparaciones de una sola variable en múltiples condiciones.

Los resultados incluyen:

• Las muestras con grosores de imprimación de nivel recocido fueron comúnmente dañadas por el procesamiento de destello; también se observó algún daño/bruma en las muestras de 30% de aumento de imprimación;

• Las muestras con imprimación de nivel VT estaban muy lejos en color transmitido (alto en Tb*) si parpadeaban lo suficiente como para mejorar la transmisividad;

• Se produjeron aumentos en TL* de hasta 2.3 puntos utilizando múltiples destellos y hasta un aumento de 1.4 con un solo destello (en relación con la producción de SOLARBAN® 70XL en una muestra de referencia clara de 5 mm);

• Las muestras procesadas con destello fueron ópticamente más similares a las pilas recocidas que a las pilas VT; y

• Óxidos más delgados deberían serían necesarios para mantener el color;

• Capas plateadas más gruesas serán necesarias para mantener el color (mayor aumento al Ag inferior, menor aumento al Ag superior).

La Figura 18 compara los valores de TL* entre muestras procesadas por destello, especificaciones SOLARBAN® 70 y recubrimientos de producción relevantes. La muestra de 'destello único' fue 35C-3 (grosor de plata de referencia, 50% de intermediación del primer o imprimador), y la muestra de destello múltiple era 35C-5. Ambas muestras tenían valores de TL* notablemente más altos que el SOLARBAN® 70XL en la muestra STARPHIRE®; Debe tenerse en cuenta que la muestra destellada tenía una transparencia de 5 mm clara, y se esperaría un mm extra de claridad para reducir aún más el TL* de las muestras destelladas en aproximadamente 0.1.

Varias de las muestras (27C a 31 C, todos los procesos de destelleo) fueron evaluadas mediante modelado por computadora y se determinó que eran susceptibles a tales procesos de optimización basados en computadora. Las muestras se caracterizaron y se registraron los %s de movimientos de las capas. La Tabla 4 a continuación muestra el % de movimiento de capa sugerido para cada capa de todas las muestras de -C caracterizadas en el 27C-31 C (junto con la muestra de referencia de 21 C-C). El "movimiento nominal" se refiere al % de cambio relativo a los niveles de potencia de referencia utilizados para cada muestra (los números no fueron exactamente 1%, 2% y 3% ya que las potencias del cátodo se ajustaron en incrementos de 0.1 kW; los ajustes actuales utilizados se enumeran en la tabla). "Ti imprimación 22% sobre el nivel recocido" indica que estas son las muestras de 40% de primer intermediario; el aumento del 22% está cerca del 40% del modo de recocido hasta el aumento del 56% necesario para alcanzar el grosor de la imprimación VT. Las celdas de "movimiento sugerido" agregan el valor de

movimiento nominal al ajuste de grosor estimado necesario para retener el color; suponiendo un comportamiento autoconsistente, estos números idealmente deberían permanecer constantes incluso a medida que cambian los grosores de plata continuos (por ejemplo, si el ajuste de grosor requerido en el grosor de plata de referencia es un aumento del 2%, el comportamiento autoconsistente esperaría el ajuste de grosor requerido estimado después de un El aumento del 2% será 0%. 0% + 2% y 2% + 0% darían el mismo valor resultante de "Movimiento sugerido").

Los resultados indicaron un alto grado de auto-consistencia, con los ajustes de grosor necesarios para retener la estética SOLARBAN® 70XL que varía dentro de un rango mucho más pequeño (~ 1%) en relación con los cambios implementados en las capas de plata reales. El bloque final de números que se muestra, "Movimiento" intrínseco ajustado", normaliza los ajustes estimados de grosor de capa requeridos por el ajuste de grosor de capa correspondiente requerido para la muestra de línea de base. El efecto más significativo de esto es en el centro de plata, donde se estima que se necesita un aumento del 2.2% en el centro de plata según la óptica. La intención de este conjunto de números inferior es describir un movimiento hipotético que ajustaría una pila que está optimizada en su estado de depósito a una que esté optimizada para un proceso de destelleo específico (el conjunto de números anterior "Movimiento sugerido" está optimizado para ajustar en relación con la pila de línea de base utilizada arbitrariamente, que se puede suponer que está fuera del grosor en varios lugares en cantidades moderadas, incluso en color).

Tabla 4

	Baseline	Control samples (unflashed)					
Layer	**21C-C**	**27C-C**	**28C-C**	**29C-C**	**30C-C**	**31C-C**	
Base	3.4	3.3	3.3	3.6	3	3	
Bottom Ag	-0.4	-0.1	-1.9	-2	-4.4	-3	
BC	0	-1.1	-1.1	-0.8	-1	-1.3	
Center Ag	2.2	1.1	0.1	-1	-1.8	-1.5	
TC	-0.5	-0.7	-0.1	-0.4	-0.5	-0.4	
Top Ag	0.5	0.1	-0.9	-1.9	-2.7	-1.1	
Top	-2.2	-4.3	-4.3	-4.5	-4.4	-4	
	Nominal Move (Ti primer 22% over annealed level)						
	B Ag	0	0.72	1.45	2.9	1.45	
	C Ag	0	1.25	1.88	2.5	1.88	
	T Ag	0	0.95	1.9	2.86	0.95	
	Suggested Move						AVG
	B Ag	-0.1	-1.18	-0.55	-1.5	-1.55	-0.976
	C Ag	1.1	1.35	0.88	0.7	0.38	0.882
	T Ag	0.1	0.05	0	0.16	-0.15	0.032
	Adjusted "Intrinsic" Move						AVG
	B Ag	0.3	-0.78	-0.15	-1.1	-1.15	-0.576
	C Ag	-1.1	-0.85	-1.32	-1.5	-1.82	-1.318
	T Ag	-0.4	-0.45	-0.5	-0.34	-0.65	-0.468

A partir de las tablas, se compiló el requisito de cambio de grosor de capa de plata 'intrínseco' promedio que se calculó y se comparó entre procesos de destello; Los resultados se muestran en la Figura 19. Para las muestras no actualizadas (-C), los movimientos sugeridos son reducciones de grosor. Esto se interpreta como el modelo que ajusta el Ti metálico como exceso de Ag; en esta interpretación, parece posible que quede algo de Ti metálico en las muestras -3 (dos de los movimientos siguen siendo reducciones). Los otros procesos de destello dan como resultado estimaciones de ajuste de grosor contraintuitivas similares: aumente la plata inferior en 2.5-4.5%, la plata central en 1.2-2.5% y la plata superior en 0.2-1.2%.

ΔE_{cmc} es una medida de la diferencia general entre los perfiles de color de dos artículos. Se determinó ΔE_{cmc} para la muestra 35C-3 y para SOLARBAN® 70XL en STARPHIRE® en comparación con SOLARBAN® 70VT. La Figura 20 muestra que la muestra 35C-3 es una coincidencia de color significativamente más cercana al producto templado que SOLARBAN® 70XL en STARPHIRE®.

Ejemplo 9

Se preparó un artículo de cuatro capas de plata, con una única capa de plata discontinua (subcrítica) esencialmente como se describió anteriormente, por ejemplo, en referencia a las Figuras 3 y 4, y correspondiente a los recubrimientos comerciales a base de SOLARBAN® 90, con el objetivo de determinar si se podría lograr un aumento de TL* y se podrían generar perfiles de color útiles utilizando destellos individuales, incluyendo 670V por 500 μs , 650V por 500 μs, 800V por 200 μs, o 500V por 2000 μs, sin dañar el artículo. Aunque algunas condiciones de destello resultaron menos deseables, por ejemplo, los perfiles CIELAB L*, a*, b*, alto b* (amarillento), la transmitancia generalmente aumentó y el perfil de color fue en respuesta al procesamiento del destello, con una reducción en la turbidez con el aumento de los grosores de imprimación

Las siguientes cláusulas proporcionan ejemplos de varios aspectos de la divulgación:

1. Un método para producir un sustrato recubierto que consiste de una capa que comprende un óxido conductor transparente o un semiconductor, que comprende:

a. depositar sobre al menos una porción de un sustrato en una atmósfera inerte a un óxido metálico transparente o capa semiconductora que tiene un coeficiente de absorción a una longitud de onda en el espectro visible de al menos 1000 cm^{-1}; y,

b. destellar al menos una parte del óxido conductor transparente o capa semiconductora con un rango de temperatura de 15°C a 40°C, o con un rango de 20°C a 30°C, con un rango de pulso de 3.5 J/cm^2 a 6.0 J/cm^2, de luz no coherente dentro del espectro visible, incluida la luz de la longitud de onda en el espectro visible en el que la capa tiene un coeficiente de absorción de al menos 1000 cm^{-1}.

2. El método de la cláusula 1, en el que el pulso tiene una profundidad de penetración en la capa que es menor que el grosor de la capa que produce una capa dividida del óxido conductor transparente o semiconductor, donde cada capa de la capa dividida tiene una propiedad física diferente.

3. El método de la cláusula 1 ó 2, en donde el pulso varía de 4,0 J/cm^2 a 5,0 J/cm^2.

4. El método de la cláusula 1 ó 2, en donde la capa transparente de óxido conductor o semiconductor comprende un óxido conductor transparente.

5. El método de la cláusula 4, en donde el óxido conductor transparente es un óxido de titanio, hafnio, circonio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño y mezclas de los mismos.

6. El método de la cláusula 4, en donde el óxido conductor transparente es óxido de indio y estaño, óxido de indio y zinc, óxido de zinc y aluminio, óxido de zinc

y estaño, óxido de indio y cadmio, óxido de estaño y cadmio, estannato de bario, vanadato de estroncio o vanadato de calcio.

7. El método de una cualquiera de las cláusulas 4-6, en el que el TCO se deposita en una atmósfera de 2 mTorr a 5 mTorr, o de 3mTorr a 4mTorr.

8. El método de una cualquiera de las cláusulas 4-7, en el que el TCO se deposita en una atmósfera que comprende de 3% (en volumen) o menos de oxígeno, 2.5% o menos de oxígeno, por ejemplo 2.5% de oxígeno, menos de 2.5% de oxígeno, ó 1 .5% o menos de oxígeno.

9. El método de la cláusula 4, en donde el óxido conductor transparente es óxido de indio y estaño.

10. El método de la cláusula 9, en donde el óxido de indio y estaño se deposita en una atmósfera inerte con menos del 2,5% de oxígeno.

11 . El método de las cláusulas 9 ó 10, en donde el óxido de indio y estaño se deposita a una presión que varía de 2 mTorr a 5 mTorr, ó de 3 mTorr a 4mTorr.

12. El método de cualquiera de las cláusulas 9 a 11, en el que el óxido de indio y estaño se deposita en una capa que tiene un grosor que varía de 150 nm a 400 nm, o de 200 nm a 300 nm, o 250 nm.

13. El método de cualquiera de las cláusulas 9 a 11, en donde el óxido de indio y estaño se deposita en una capa que tiene un grosor que varía de 300 nm a 2 μm, y la profundidad de penetración destelleo es menor que el grosor de la capa de óxido de indio y estaño , produciendo una capa dividida del óxido conductor

transparente o semiconductor, donde cada capa de la capa dividida tiene una propiedad física diferente.

14. El método de una cualquiera de las cláusulas 1 a 13, en donde la capa transparente de óxido conductor o semiconductor comprende un óxido conductor transparente deficiente en oxígeno.

15. El método de una cualquiera de las cláusulas 1 a 14, en el que el sustrato es transparente.

16. El método de una cualquiera de las cláusulas 1 a14, en donde el sustrato es un vidrio o un material plástico.

17. El método de la cláusula 1 ó 2, en donde la capa transparente de óxido conductor o semiconductor comprende óxido de indio y estaño depositado en una capa que tiene un grosor que varía de 150 nm a 400 nm, o de 200 nm a 300 nm, o de 250 nm, en una atmósfera que comprende del 3% o menos oxígeno, 2.5% o menos oxígeno, por ejemplo 2.5% oxígeno, menos de 2.5% oxígeno, ó 1.5% o menos oxígeno, a una presión que varía de 2 mTorr a 5 mTorr, o de 3 mTorr a 4mTorr.

18. El método de cualquiera de las cláusulas 1 a 17, en el que el pulso es un pulso único.

19. Un artículo transparente que comprende:

a. un sustrato; y

b. una capa que comprende un óxido o semiconductor conductor transparente sobre al menos una porción del sustrato, que comprende una primera subcapa que tiene una primera resistencia laminar y una segunda subcapa inmediatamente sobre la primera subcapa que tiene una segunda resistencia laminar que es inferior que la primera resistencia de la hoja.

20. El método de la cláusula 19, en donde el óxido conductor transparente o semiconductor comprende óxido de indio y estaño.

21. El método de la cláusula 20, en donde la capa que comprende el óxido conductor transparente o semiconductor tiene un grosor que varía de 300 nm a 2μm.

22. Un método para producir un sustrato recubierto que comprende una capa de óxido conductor transparente, que comprende:

a. depositar una pila de capas delgadas sobre un sustrato, la pila comprendiendo al menos una capa de óxido conductor transparente o una capa semiconductora sobre al menos una porción del sustrato; y

b. destellar el sustrato recubierto a una temperatura en un rango de 10°C a 50°C, o en un rango de 20°C a 30°C, con un solo destello de luz no coherente en el espectro visible con una intensidad que varía de 1 J/cm^2 a 10 J/cm^2 para una longitud de pulso de hasta 10 ms, en donde una máscara es colocada entre la fuente de luz y la pila de capas delgadas en donde al menos una parte del destello se enmascara de tal manera que la luz del destello es bloqueada parcialmente por la máscara para que no llegue a la pila de capas delgadas, y alcance solo una parte de la pila de capas

delgadas, produciendo así un patrón de color reflejado, color transmitido, resistencia de lámina diferencial y/o emisividad en el pila de capas delgadas.

Los expertos en la materia apreciarán fácilmente que se pueden hacer modificaciones a la invención sin apartarse de los conceptos descritos en la descripción anterior. Por consiguiente, las realizaciones particulares descritas en detalle en el presente documento son solo ilustrativas y no limitan el alcance de la invención, que se debe dar a la amplitud completa de las reivindicaciones adjuntas y cualquiera y todos sus equivalentes.