MÉTODO PARA DISMINUIR LA RESISTENCIA DE UNA LAMINA EN UN ARTÍCULO RECUBIERTO CON UN OXIDO CONDUCTIVO TRANSPARENTE

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Campo de la invención

La invención se refiere a artículos recubiertos que tienen una baja emisividad y color neutro.

Descripción de la técnica relacionada

Los óxidos conductores transparentes ("TCO") se aplican al sustrato para proporcionar al artículo recubierto con una baja emisividad y una resistencia de lámina baja. Esto hace que los TCOs sean particularmente útiles en electrodos (por ejemplo, celdas solares) o capas de calentamiento, unidades de acristalamiento o pantallas activas. Los TCO generalmente se aplican mediante técnicas de deposición al vacío, como la deposición por pulverización catódica con magnetrón ("MSVD"). Generalmente, una capa de TCO más gruesa proporciona una menor resistencia de la lámina. Sin embargo, el grosor del TCO afecta el color del artículo recubierto. Por lo tanto, es necesario ajustar el efecto de coloración causado por las capas de TCO. También existe la necesidad de minimizar el grosor de una capa de TCO para minimizar el impacto que el TCO tiene en el color del artículo recubierto mientras se mantiene la resistencia de la lámina requerida.

Las pilas de revestimiento pueden corroerse con el tiempo. Para protegerse de esto, se pueden aplicar capas protectoras a los revestimientos. Por ejemplo, las películas de dióxido de titanio descritas en las patentes estadounidenses números 4.716.086 y 4.786.563 son películas protectoras que proporcionan resistencia

química a un revestimiento. El óxido de silicio descrito en la patente canadiense número 2,156,571, y el óxido de aluminio y nitruro de silicio descrito en los números de patente norteamericanas Nos. 5,425,861; 5,344,718; 5,376,455; 5.584.902 y 5.532, 180; y en la Publicación de Patente Internacional PCT No. 95/29883 también hay películas protectoras que proporcionan resistencia química a un revestimiento. Esta tecnología podría ser avanzada mediante revestimientos protectores más duraderos química y/o mecánicamente.

COMPENDIO DE LA INVENCIÓN

Un artículo recubierto incluye un sustrato, una capa inferior sobre el sustrato. La capa inferior incluye una primera capa. La primera capa contiene un material de alto índice de refracción. Se coloca una segunda capa sobre al menos una porción de la primera capa. La segunda capa contiene un material de bajo índice de refracción. Una película conductora transparente colocada sobre al menos una porción de la capa inferior. El artículo recubierto tiene una resistencia laminar de al menos 5 Ω/□ y como máximo 25 Ω/□. El artículo recubierto tiene un color con una a* de al menos -9 y como máximo 1, una b* de al menos -9 y como máximo 1.

Opcionalmente, el artículo recubierto puede tener una capa protectora sobre al menos una porción de la capa transparente de óxido conductor. La capa protectora incluye una primera película protectora sobre al menos una porción de la capa transparente de óxido conductor, y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora. La segunda película protectora es la película más externa en la pila de revestimiento e incluye una mezcla de titania y alúmina. Opcionalmente, la capa protectora puede incluir una tercera película

protectora colocada entre la primera película protectora y una segunda película protectora.

Un método para formar un sustrato recubierto incluye proporcionar un sustrato. Un óxido conductor transparente es identificado y un grosor es determinado para el óxido conductor transparente que proporcionará una resistencia de la lámina de al menos 5 Ω/□ y como máximo 25 Ω/□. Se identifica una capa inferior que tiene un primer material de capa inferior y un segundo material de capa inferior. El grosor para la primera capa inferior y la segunda capa inferior se determina que proporcionará al sustrato revestido un color que tiene una a* de al menos -9 y como máximo 1, un b* de al menos -9 y como máximo 1. Los grosores de las dos películas en la capa inferior se utilizan para ajustar el color del sustrato recubierto. Como el color se ve afectado por el grosor de la película de óxido conductor transparente, el color se ajusta después de determinar el grosor de la película de óxido conductor transparente. La primera película de capa inferior que incluye el primer material de capa inferior se aplica sobre al menos una porción del sustrato en el grosor de la primera película de capa inferior. Una segunda película de capa inferior que incluye el segundo material de capa inferior es aplicada sobre al menos una porción de la primera capa inferior en el grosor de la segunda capa inferior. Una capa de óxido conductor transparente que tiene el óxido conductor transparente es aplicada sobre al menos una porción de la segunda película de capa inferior en el grosor de película de óxido conductor transparente.

Un artículo recubierto que tiene un color con una a* de al menos -9 y como máximo 1 y una b* de al menos -9 y como máximo 1 realizado mediante los

siguientes pasos. Un óxido conductor transparente es identificado y se determina un grosor para el óxido conductor transparente que proporcionará una resistencia de la lámina de al menos 5 Ω/□ y como máximo 25 Ω/□. Una capa inferior que tiene un primer material de capa inferior y un segundo material de capa inferior es identificada. El grosor para la primera capa inferior y la segunda capa inferior son determinados de tal manera que proporcionaran al sustrato revestido un color que tiene una a* de al menos -9 y como máximo 1, un b* de al menos -9 y como máximo 1. Los grosores de las dos películas en la capa inferior se utilizan para ajustar el color del sustrato recubierto. Como el color se ve afectado por el grosor de la película de óxido conductor transparente, el color se ajusta después de determinar el grosor de la película de óxido conductor transparente. La primera película de capa inferior que incluye el primer material de capa inferior se aplica sobre al menos una porción del sustrato en el grosor de la primera película de capa inferior. Una segunda película de capa inferior que incluye el segundo material de capa inferior se aplica sobre al menos una porción de la primera capa inferior en el grosor de la segunda capa inferior. Una capa de óxido conductor transparente que tiene el óxido conductor transparente se aplica sobre al menos una porción de la segunda película de capa inferior en el grosor de película de óxido conductor transparente.

Un artículo recubierto que incluye un sustrato. Una capa inferior se coloca sobre al menos una porción del sustrato. La capa inferior incluye al menos una primera película de capa inferior sobre al menos una porción del sustrato, y una segunda película opcional de capa inferior sobre al menos una porción de la primera película de capa inferior. La primera película de capa inferior contiene un primer

material de alto índice de refracción. La segunda película de capa inferior opcional contiene una primera capa de bajo índice de refracción. Una capa de óxido conductor transparente es colocada sobre al menos una porción de la primera y segunda película de capa inferior opcional. Un segundo material de alto índice de refracción está incrustado dentro de la capa de óxido conductor transparente. El artículo recubierto tiene una resistencia de lámina de al menos 5 Ω/□ y como máximo 25 Ω/□. La resistencia de la lámina es al menos un 35% mayor que sin el segundo material de alto índice de refracción embebido dentro de la capa de óxido conductor transparente.

Opcionalmente, el artículo recubierto puede tener una capa protectora sobre al menos una porción de la capa transparente de óxido conductor. La capa protectora incluye una primera película protectora sobre al menos una porción de la capa transparente de óxido conductor, y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora. La segunda película protectora es la película más externa en la pila de revestimiento e incluye una mezcla de titania y alúmina. Opcionalmente, la capa protectora puede incluir una tercera película protectora colocada entre la primera película protectora y una segunda película protectora.

Un artículo recubierto que incluye un sustrato. Una capa inferior es colocada sobre al menos una porción del sustrato. La capa inferior incluye al menos una primera película de capa inferior sobre al menos una porción del sustrato, y una segunda película opcional de capa inferior sobre al menos una porción de la primera película de capa inferior. La primera película de capa inferior contiene un primer

material de alto índice de refracción. La segunda película de capa inferior opcional contiene una primera capa de bajo índice de refracción. Una primera capa de óxido conductor transparente se coloca sobre al menos una porción de la primera y segunda película de capa inferior opcional. Una película embebida es posicionada sobre al menos una porción de la primera capa de óxido conductor transparente. La película embebida tiene un segundo material de alto índice de refracción. Una segunda capa transparente de óxido conductor se coloca sobre al menos una porción de la segunda capa transparente de óxido conductor. El artículo recubierto tiene una resistencia de lámina de al menos 5 Ω/□ y como máximo 25 Ω/□. La resistencia de la lámina es al menos un 35% más alta que sin la película embebida.

Opcionalmente, el artículo recubierto puede tener una capa protectora sobre al menos una porción de la capa transparente de óxido conductor. La capa protectora incluye una primera película protectora sobre al menos una porción de la capa transparente de óxido conductor, y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora. La segunda película protectora es la película más externa en la pila de revestimiento e incluye una mezcla de titania y alúmina. Opcionalmente, la capa protectora puede incluir una tercera película protectora colocada entre la primera película protectora y una segunda película protectora.

Un método para formar un artículo recubierto; un método para aumentar la resistencia de la lámina; o un método para aumentar la transmisión de luz a través de un artículo recubierto. Se proporciona un sustrato. Se aplica una capa inferior sobre al menos una porción del sustrato. Se aplica una primera película de capa

inferior sobre al menos una porción del sustrato. La primera película de capa inferior tiene un primer material de alto índice de refracción. Se aplica una segunda película de capa inferior opcional sobre al menos una porción de la primera película de capa inferior. La segunda película de capa inferior opcional tiene una primera capa de bajo índice de refracción. Se aplica una primera capa de óxido conductor transparente sobre al menos una porción de la primera o la segunda película de capa inferior opcional. Se aplica una película embebida sobre al menos una porción de la primera película de óxido conductor transparente. La película embebida tiene un segundo material de alto índice de refracción. Se aplica una segunda película de óxido conductor transparente sobre al menos una porción de la película embebida. Opcionalmente, se puede aplicar una capa protectora sobre la segunda película de óxido conductor transparente. La capa protectora opcional incluye una primera película protectora sobre al menos una porción de la capa de óxido conductor transparente, y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora. La segunda película protectora es la película más externa en la pila de revestimiento e incluye una mezcla de titania y alúmina. Opcionalmente, la capa protectora puede incluir una tercera película protectora colocada entre la primera película protectora y una segunda película protectora.

Un artículo recubierto realizado mediante las siguientes etapas. Se proporciona un sustrato. Se aplica una capa inferior sobre al menos una porción del sustrato. Se aplica una primera película de capa inferior sobre al menos una porción del sustrato. La primera película de capa inferior tiene un primer material de alto índice de refracción. Se aplica una segunda película de capa inferior opcional sobre

al menos una porción de la primera película de capa inferior. La segunda película de capa inferior opcional tiene una primera capa de bajo índice de refracción. Se aplica una primera capa de óxido conductor transparente sobre al menos una porción de la primera o la segunda película de capa inferior opcional. Se aplica una película embebida sobre al menos una porción de la primera película de óxido conductor transparente. La película embebida tiene un segundo material de alto índice de refracción. Se aplica una segunda película de óxido conductor transparente sobre al menos una porción de la película embebida. Opcionalmente, se puede aplicar una capa protectora sobre la segunda película de óxido conductor transparente. La capa protectora opcional incluye una primera película protectora sobre al menos una porción de la capa de óxido conductor transparente, y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora. La segunda película protectora es la película más externa en la pila de revestimiento e incluye una mezcla de titania y alúmina. Opcionalmente, la capa protectora puede incluir una tercera película protectora colocada entre la primera película protectora y una segunda película protectora.

Un método para aumentar la resistencia de la lámina de un artículo recubierto. Se proporciona un artículo recubierto. El artículo recubierto tiene un sustrato y una capa de óxido conductor transparente sobre al menos una porción del sustrato. El artículo recubierto se procesa con un proceso posterior a la deposición. El proceso posterior a la deposición puede templar el artículo recubierto, calentar todo el artículo recubierto colocándolo en un horno, recociendo instantáneamente solo una superficie de la capa de óxido conductor transparente o pasando una corriente Eddy

a través de la capa de óxido conductor transparente. Alternativamente, un artículo recubierto que tiene una resistencia laminar de menos de 25 ohmios por cuadrado hecho por el método descrito en este párrafo.

Un método para aumentar la resistencia de la lámina de un artículo recubierto. Se proporciona un sustrato. Se aplica un óxido conductor transparente sobre al menos una porción del sustrato. Se aplica un proceso posterior a la deposición al sustrato que está recubierto con el óxido conductor transparente. El proceso posterior a la deposición puede templar el artículo recubierto, calentar todo el artículo recubierto colocándolo en un horno, recociendo instantáneamente solo una superficie de la capa de óxido conductor transparente o pasando una corriente Eddy a través de la capa de óxido conductor transparente.

Un artículo recubierto es un sustrato que tiene una pila de revestimiento. Al menos una porción del sustrato está recubierta con un revestimiento funcional. Se aplica una capa protectora sobre al menos una porción del revestimiento funcional. La capa protectora tiene una primera película protectora sobre al menos una porción del revestimiento funcional, y una segunda película protectora sobre al menos una porción del revestimiento funcional. La segunda película protectora es la última película dentro de la pila de revestimiento e incluye titania y alúmina. Opcionalmente, se puede colocar una tercera película protectora entre la primera película protectora y la segunda película protectora, o entre la primera película protectora y el revestimiento funcional.

Un método para hacer un artículo recubierto que incluye proporcionar un sustrato. Se aplica un revestimiento funcional sobre al menos una porción del

sustrato. Se aplica una primera película protectora sobre al menos una porción del revestimiento funcional. Se aplica una segunda película protectora que incluye titania y alúmina sobre al menos una porción de la primera película protectora. Opcionalmente, se aplica una tercera película protectora entre la primera película protectora y la segunda película protectora, o entre la primera película protectora y el revestimiento funcional.

Un método para reducir la absorción, resistencia o emisividad de una capa de óxido conductor transparente. Se proporciona un sustrato. Se aplica una capa de óxido conductor transparente sobre al menos una porción del sustrato en una atmósfera que comprende entre 0% y 2.0% de oxígeno.

Un artículo recubierto que tiene absorción, resistencia o emisividad reducidas que comprende una capa de óxido conductor transparente realizada por los siguientes pasos. Se proporciona un sustrato. Se aplica una capa de óxido conductor transparente sobre al menos una porción del sustrato en una atmósfera que comprende entre 0% y 2.0% de oxígeno.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La descripción de la patente o solicitud contiene al menos un dibujo ejecutado en color. La Oficina proporcionará copias de esta patente o publicación de solicitud de patente con dibujo (s) en color, previa solicitud y pago de la tarifa necesaria.

Figs. 1a, 1b, 1c y 1d son vistas laterales (no a escala) de revestimientos que incorporan una característica de la invención;

Las Figs. 2a, 2b, 2c, 2d y 2e son vistas laterales de otros revestimientos (no a escala) que incorporan una característica de la invención;

Figs. 3a, 3b, 3c, 3d, 3e son vistas laterales de otros revestimientos (no a escala) que incorporan una característica de la invención;

Figs. 4a y 4b son vistas laterales de otros revestimientos (no a escala) que incorporan una característica de la invención;

Figs. 5a y 5b son vistas laterales de otros revestimientos (no a escala) que incorporan una característica de la invención;

Figs. 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g y 6h son vistas laterales de otros revestimientos (no a escala) que incorporan una característica de la invención;

La figura 7 es un gráfico que muestra la resistencia de la lámina de ITO frente al grosor de las muestras que tenían la superficie de la capa de óxido conductor transparente de ITO calentada a temperaturas específicas.

Figs. 8a-c son gráficos XRD que muestran la cristalización de capas de óxido conductor transparentes de óxido de indio dopado con estaño.

La figura 9 muestra la resistencia laminar de una capa de óxido conductor transparente dopada con galio de óxido de zinc tal como se ha depositado y se ha calentado.

La figura 10 muestra la resistencia laminar de la capa de óxido conductor transparente de óxido de zinc dopado con aluminio tal como se depositó y se ha calentado.

La figura 11 es un gráfico que muestra el efecto de la capa inferior sobre el color de un sustrato que tiene una capa de óxido conductor transparente de óxido de indio dopado con estaño de 170 nm.

La figura 12 es un gráfico que muestra el efecto de la capa inferior sobre el color de un sustrato que tiene una capa de óxido conductor transparente de óxido de indio dopado con estaño de 175-225 nm y una capa protectora de sílice.

La figura 13a es un gráfico que muestra el efecto de la película embebida en la resistencia de la lámina.

La figura 13b es un gráfico que muestra el efecto de la película embebida sobre la emisividad.

La figura 13c es un gráfico XRD de óxido de estaño dopado con indio que tiene una película embebida.

La figura 14 es un gráfico de barras que muestra la durabilidad de diferentes capas protectoras.

La figura 15 es un gráfico de barras que muestra la durabilidad de diferentes capas protectoras.

La figura 16 (a) y (b) son gráficos de líneas que muestran la absorción normalizada para capas de un óxido conductor transparentes que comprenden óxido de estaño dopado con indio en una atmósfera con 0% a 2% de oxígeno.

Las figuras 17 (a) y b) son gráficos que muestran la emisividad para capas de óxido conductoras transparentes que comprenden óxido de estaño dopado con indio en una atmósfera con 0% a 2% de oxígeno.

La figura 18 es un gráfico que muestra la absorbancia normalizada para una capa de óxido conductor transparente que comprende óxido de zinc dopado con aluminio en una atmósfera con 0% a 6% de oxígeno.

La Fig. 19 es un gráfico que muestra la absorbancia normalizada en función del contenido de oxígeno suministrado a un recubridor.

La figura 20 es un gráfico que muestra la resistencia de la lámina para una capa de óxido conductor transparente que comprende óxido de estaño dopado con indio después del procesamiento posterior a la deposición en función de la temperatura de la superficie de la capa de óxido conductor transparente.

La figura 21 es un gráfico que muestra la resistencia de la lámina en función de la temperatura de la superficie de un óxido conductor transparente.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Los términos espaciales o direccionales utilizados en este documento, tales como "izquierda", "derecha", "superior", "inferior" y similares, se refieren a la invención tal como se muestra en las figuras de los dibujos. Debe entenderse que la invención puede asumir diversas orientaciones alternativas y, en consecuencia, dichos términos no deben considerarse como limitativos.

Como se usa 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 el dibujo. cifras. 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 incluido) el valor mínimo de 1 y el valor máximo de 10; es decir, todos los subintervalos que comienzan con un valor mínimo de 1 o más y terminando 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 como "incorporados por referencia" en su totalidad. Cualquier referencia a cantidades, a menos que se especifique lo contrario, es "en porcentaje en peso". El término "película" se refiere a una región de un revestimiento que tiene una composición deseada o seleccionada. Una "capa" comprende una o más "películas". Un "revestimiento" o "pila de revestimiento" se compone de una o más "capas". Se debe considerar que los términos "metal" y "óxido metálico" incluyen

silicio y sílice, respectivamente, así como metales y óxidos metálicos tradicionalmente reconocidos, aunque el silicio técnicamente no es un metal.

Todos los números utilizados en la especificación y las reivindicaciones deben entenderse como modificados en todos los casos por el término "alrededor de". 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. Los rangos establecidos en este documento representan los valores promedio sobre el rango especificado.

El término "sobre" significa "más alejado del sustrato". Por ejemplo, una segunda capa ubicada "sobre" una primera capa significa que la segunda capa está ubicada más lejos del sustrato que la primera capa. La segunda capa puede estar en contacto directo con la primera capa o se pueden ubicar una o más capas entre la segunda capa y la primera capa.

Todos los documentos a los que se hace referencia en este documento deben considerarse "incorporados por referencia" en su totalidad.

Cualquier referencia a cantidades, a menos que se especifique lo contrario, es "en porcentaje en peso".

El término "luz visible" significa radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el rango de 380 nm a 780 nm. El término "radiación infrarroja" significa radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el rango de más de 780 nm a 100,000 nm. El término "radiación ultravioleta" significa energía electromagnética que tiene una longitud de onda en el rango de 100 nm a menos de 380 nm.

Los términos "metal" y "óxido de metal" incluyen silicio y sílice, respectivamente, así como metales y óxidos metálicos tradicionalmente reconocidos, aunque el silicio no puede considerarse convencionalmente un metal. Por "al menos" se entiende "mayor o igual que". Por "no más que" se entiende "menor o igual que".

Todos los valores de turbidez y transmitancia en este documento son los determinados usando un medidor de turbidez Haze-Gard Plus (disponible comercialmente de BYK-Gardner USA) y de acuerdo con ASTM D1003-07.

En los casos en que se hace referencia al porcentaje de oxígeno en un recubridor, el porcentaje de oxígeno es la cantidad de oxígeno agregado a la cámara del recubridor en relación con otros gases. Por ejemplo, si se agrega 2% de oxígeno a la atmósfera de la cámara de revestimiento, entonces se agrega 2% de oxígeno y 98% de argón a la cámara de revestimiento. El argón puede ser sustituido por otros gases, pero a menudo los gases son gases inertes.

La discusión de la invención en el presente documento puede describir ciertas características como "particularmente" o "preferiblemente" dentro de ciertas limitaciones (por ejemplo, "preferiblemente", "más preferiblemente" o "incluso más preferiblemente", dentro de ciertas limitaciones). Debe entenderse que la invención no se limita a estas limitaciones particulares o preferidas, sino que abarca todo el alcance de la divulgación.

La invención comprende, consiste de, o consiste esencialmente de, en los siguientes aspectos de la invención, en cualquier combinación. Varios aspectos de la invención se ilustran en figuras de dibujo separadas. Sin embargo, debe entenderse que esto es simplemente para facilitar la ilustración y la discusión. En la

práctica de la invención, uno o más aspectos de la invención mostrados en una figura de dibujo pueden combinarse con uno o más aspectos de la invención mostrados en una o más de las otras figuras de dibujo.

Un artículo de ejemplo incluye un sustrato 10, una capa inferior 12 sobre el sustrato 10 y un óxido conductor transparente 14 sobre la capa inferior 12 se muestra en la Fig. 1.

El artículo 2 puede ser una ventana, un espejo solar, una celda solar o un diodo emisor de luz orgánico. El revestimiento aplicado al sustrato 10 puede proporcionar baja emisividad, baja resistividad, resistencia al rayado, atenuación de radiofrecuencia o un color deseado.

El sustrato 10 puede ser transparente, translúcido u opaco a la luz visible. Por "transparente" se entiende tener una transmitancia de luz visible de más de 0% hasta 100%. Alternativamente, el sustrato 12 puede ser translúcido u opaco. Por "translúcido" se entiende permitir que pase la energía electromagnética (por ejemplo, luz visible) pero difundir esta energía de manera que los objetos en el lado opuesto al espectador no sean claramente visibles. Por "opaco" se entiende que tiene una transmitancia de luz visible del 0%.

El sustrato 10 puede ser de vidrio, plástico o metal. Los ejemplos de sustratos plásticos adecuados incluyen 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); o sustratos de vidrio. Los ejemplos de sustratos de vidrio adecuados incluyen vidrio de sosa-cal-silicato 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. Los ejemplos de sustratos metálicos adecuados incluyen aluminio o acero inoxidable.

El sustrato 10 puede tener una alta transmisión de luz visible a una longitud de onda de referencia de 550 nanómetros (nm) y un grosor de 2 milímetros. Por "alta transmisión de luz visible" se entiende la transmisión de luz visible a 550 nm mayor o igual al 85%, tal como mayor o igual al 87%, tal como mayor o igual al 90%, tal como mayor o igual a 91%, tal como mayor o igual a 92%.

La capa inferior 12 puede ser una sola capa, una capa homogénea, una capa de gradiente, una bicapa o puede incluir una pluralidad de capas. Por "capa homogénea" se entiende una capa en la que los materiales se distribuyen aleatoriamente por todo el revestimiento. Por "capa de gradiente" se entiende una capa que tiene dos o más componentes, variando la concentración de los

componentes (cambiando continuamente o cambio gradual) a medida que cambia la distancia desde el sustrato 12.

La capa inferior 12 puede incluir dos películas: una primera película de capa inferior 20 y una segunda película de capa inferior 22. La primera película 20 de capa inferior se coloca sobre el sustrato 10, y está más cerca del sustrato 10 que la segunda película 22 de capa inferior. La primera película de capa inferior 20 puede ser un material que tenga un índice de refracción más alto que la segunda película de capa inferior 22 y/o el sustrato 10. Por ejemplo, la primera película 20 de subcapa puede comprender un óxido metálico, nitruro u oxinitruro. Los ejemplos de metales adecuados para la primera película 20 de capa inferior incluyen silicio, titanio, aluminio, circonio, hafnio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño, tantalio, aleaciones de los mismos o mezclas de los mismos. Por ejemplo, la primera película 20 de capa inferior puede incluir un óxido de zinc, estaño, aluminio y/o titanio, aleaciones de los mismos o mezclas de los mismos. Por ejemplo, la primera película 20 de capa inferior puede incluir un óxido de zinc y / o estaño. Por ejemplo, la primera película 20 de capa inferior puede incluir óxido de zinc y óxido de estaño, o estannato de zinc.

La primera película 20 de capa inferior puede incluir óxido de zinc. Un objetivo del zinc para pulverizar una película de óxido de zinc puede incluir uno o más materiales para mejorar las características de pulverización catódica del objetivo del zinc. Por ejemplo, el objetivo del zinc puede incluir hasta 15% en peso, como hasta 10% en peso, como hasta 5% en peso, de dicho material. La capa de óxido de zinc resultante incluiría un pequeño porcentaje de un óxido del material agregado, por

ejemplo, hasta 15% en peso, hasta 10% en peso, hasta 9% en peso del óxido de material. Una capa depositada desde un objetivo de zinc que tiene hasta 10% en peso, por ejemplo, hasta 5% en peso de un material adicional para mejorar las características de pulverización del objetivo de zinc se denomina en este documento "una capa de óxido de zinc" aunque puede estar presente una pequeña cantidad del material agregado (o un óxido del material agregado). Un ejemplo de tal material es el estaño.

La primera película 20 de capa inferior puede incluir una aleación de óxido de zinc y óxido de estaño. Por ejemplo, la primera película 20 de capa inferior puede incluir o puede ser una capa de estannato de zinc. Por "estannato de zinc" se entiende una composición de la fórmula: $Zn_xSn_{1-x}0_{2-x}$ (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. Una capa de estannato de zinc tiene una o más de las formas de Fórmula 1 en una cantidad predominante. Una capa de estannato de zinc en la que x = 2/3 se conoce convencionalmente como "Zn_2Sn0_4". La aleación de óxido de zinc y óxido de estaño puede incluir 80% en peso a 99% en peso de zinc y 20% en peso a 1% en peso de estaño; tal como 85% en peso de zinc a 99% en peso de zinc y 15% en peso de estaño a 1% en peso de estaño; 90% en peso de zinc a 99% en peso de zinc y 10% en peso de estaño a 1% en peso de estaño; tal como aproximadamente 90% en peso de zinc y 10% en peso de estaño.

La segunda película de capa inferior 22 puede ser un material que tenga un índice de refracción más bajo que la primera película de capa inferior 20. Por

ejemplo, la segunda película de capa inferior 22 puede comprender un óxido metálico, nitruro u oxinitruro. Los ejemplos de metales adecuados para la segunda película de capa inferior 22 incluyen silicio, titanio, aluminio, circonio, fósforo, hafnio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño, aleaciones de tantalio de los mismos o mezclas de los mismos.

Por ejemplo, la segunda película de capa inferior 22 puede incluir sílice y alúmina. Según este ejemplo, la segunda película 22 de capa inferior tendría al menos 50% en peso de sílice; 50 a 99% en peso de sílice y 50 a 1% en peso de alúmina; 60 a 98% en peso de sílice y 40 a 2% en peso de alúmina; 70 a 95% en peso de sílice y 30 a 5% en peso de alúmina; 80 a 90% en peso de sílice y 10 a 20% en peso de alúmina, u 8% en peso de sílice y 15% en peso de alúmina.

Una capa transparente de óxido conductor 14 está sobre la capa inferior 12. La capa transparente 14 de óxido conductor puede ser una sola capa o puede tener múltiples capas o regiones. La capa transparente de óxido conductor 14 tiene al menos una capa de óxido conductor. Por ejemplo, la capa de óxido conductor transparente 14 puede incluir uno o más materiales de óxido de metal. Por ejemplo, la capa de óxido conductor transparente 14 puede incluir uno o más óxidos de uno o más de Zn, Fe, Mn, Al, Ce, Sn, Sb, Hf, Zr, Ni, Bi, Ti, Co, Cr, Si, En, o una aleación de dos o más de estos materiales. Por ejemplo, la capa transparente 14 de óxido conductor puede comprender óxido de estaño. En otro ejemplo, la capa transparente 14 de óxido conductor comprende óxido de zinc

La capa de óxido conductor transparente 14 puede incluir uno o más materiales dopantes, tales como, pero sin limitación, F, In, Al, P, Cu, Mo, Ta, Ti, Ni,

Nb, W, Ga, Mg y/o Sb. Por ejemplo, el dopante puede ser In, Ga, Al o Mg. El dopante puede estar presente en una cantidad inferior al 10% en peso, como inferior al 5% en peso, como inferior al 4% en peso, como inferior al 2% en peso, como inferior al 1% en peso. %. La capa transparente de óxido conductor 14 puede ser un óxido de metal dopado tal como óxido de zinc dopado con galio ("GZO"), óxido de zinc dopado con aluminio ("AZO"), óxido de zinc dopado con indio ("IZO") zinc dopado con magnesio óxido ("MZO"), u óxido de indio dopado con estaño ("ITO").

La capa transparente 14 de óxido conductor puede tener un grosor en el intervalo de 75 nm a 950 nm, tal como 90 nm a 800 nm, tal como 100 nm a 700 nm. Por ejemplo, la capa de óxido conductor transparente 14 puede tener un grosor en el rango de 125 nm a 450 nm; al menos 150 nm; o al menos 175 nm. La capa transparente 14 de óxido conductor puede tener un grosor que no sea mayor de 600 nm, 500 nm, 400 nm, 350 nm, 300 nm, 275 nm, 250 nm o 225 nm.

Los diferentes materiales transparentes de la capa 14 de óxido conductor tienen una resistencia de lámina diferente con el mismo grosor, y también impactan la óptica del artículo de manera diferente. Idealmente, la resistencia de la lámina debería ser inferior a 25 Ω/□ ohmios por cuadrado, o inferior a 20 Ω/□, o inferior a 18 Ω/□. Por ejemplo, si la capa transparente 14 de óxido conductor comprende GZO, puede tener un grosor de al menos 300 nm, y como máximo 400 nm. Si la capa transparente 14 de óxido conductor comprende AZO, debe tener un grosor de al menos 350 nm, o al menos 400 nm, y un grosor de 950 nm como máximo, o como máximo 800 nm, o como máximo 700 nm, o como máximo 600 nm. Si la capa transparente 14 de óxido conductor comprende ITO, puede tener un grosor de al

menos 75 nm, al menos 90 nm, al menos 100 nm, al menos 125 nm, o al menos 150 nm, o al menos 175 nm; y como máximo 350 nm, como máximo 300 nm, como máximo 275 nm, o como máximo 250 nm, o como máximo 225 nm.

La capa transparente 14 de óxido conductor puede tener una rugosidad superficial (RMS) en el rango de 5 nm a 60 nm, como 5 nm a 40 nm, como 5 nm a 30 nm, como 10 nm a 30 nm, como 10 nm a 20 nm, como 10 nm a 15 nm, como 1 1 nm a 15 nm.

Por ejemplo, cuando la capa transparente 14 es de óxido de indio dopado con estaño, el grosor de la capa transparente de óxido conductor 14 puede estar en el rango de 75 nm a 350 nm; 100 nm a 300 nm; 125 nm a 275 nm; 150 nm a 250 nm; o 175 nm a 225 nm.

La capa transparente de óxido conductor 14 puede tener una resistencia de lámina en el rango de 5 Ω/□ a 25 Ω/□, tal como 8 Ω/□ a 20 Ω/□. Por ejemplo, de 10 Ω/□ a 18 Ω/□.

Por ejemplo, el artículo puede ser un sustrato de vidrio 10 con una capa inferior 12 sobre el sustrato de vidrio 10. La capa inferior 12 puede tener al menos dos películas: una primera película de capa inferior 20 y una segunda película de capa inferior 22. La primera película de capa inferior 20 puede ser una aleación de óxido de zinc y óxido de estaño, y la segunda película de capa inferior 22 y puede ser una aleación de sílice y alúmina. Una capa transparente de óxido conductor 14 puede estar sobre la segunda película 22. La capa transparente de óxido conductor 14 puede ser ITO, GZO o AZO.

La película de óxido conductor transparente proporciona al artículo una cierta resistencia de lámina, por ejemplo, inferior a 25 Ω/□. En general, a medida que aumenta el grosor del óxido conductor transparente, disminuye la resistencia de la lámina. Una vez que se identifica la resistencia de lámina deseada y el grosor necesario para que el óxido conductor transparente logre la resistencia de lámina deseada, se puede usar un software de diseño óptico para determinar el grosor de la primera película y la segunda película. Un ejemplo de un software de modelado óptico adecuado es FILM STAR. Idealmente, uno se esfuerza por tener un color de a* b* sea -1, -1. Alguna variabilidad, es aceptable en este color. Por ejemplo, a* puede ser tan alto como 1, 0 ó -0.5 y tan bajo como -9, -4, -3 ó -1.5 y el valor b* puede ser tan alto como 1, 0 ó -0.5 y tan bajo como -9, -4, -3 ó -1 .5. Para obtener el color deseado, se cambia el grosor de la primera película 20 y la segunda película 22 para obtener el color deseado para el óxido conductor transparente identificado y el grosor del óxido conductor transparente. Por ejemplo, la primera película puede tener entre 10 y 20 nm de grosor, o entre 11 y 15 nm de grosor; y la segunda película puede tener entre 25 y 35 nm de grosor, o entre 29 y 34 nm de grosor.

Con referencia a las Figs. 1c y 1d, el artículo 2 puede incluir opcionalmente una capa protectora 16 sobre la capa transparente de óxido conductor 14, tal como la capa protectora como se describe aquí. Por ejemplo, la capa protectora 16 puede incluir una primera película protectora 60 y una segunda película protectora 62. La segunda película protectora 62 puede incluir una mezcla de titania y sílice. Por ejemplo, la capa protectora 16 ha incluido una primera película protectora 60, una segunda película protectora 62 y una tercera película protectora 64.

Un ejemplo del método de la invención es formar un sustrato recubierto. Se proporciona un sustrato 10. Se identifica un óxido conductor transparente. Una vez que se identifica el óxido conductor transparente, se puede identificar un grosor para la película conductora transparente que proporcionará al sustrato recubierto una resistencia laminar de al menos 5 Ω/□ y/o no más de 25 Ω/□, específicamente no más de 20 Ω/□, más específicamente no más de 18 Ω/□. También se identifica un color deseado del sustrato revestido. Un primer material de subcapa y un segundo material de subcapa se identifican usando un software de diseño óptico, se determina un primer grosor de película de subcapa y un segundo grosor de película de subcapa que proporcionará al artículo que tiene la capa de óxido conductor transparente identificada anteriormente con un color en el que a* puede ser tan alto como 1 y tan bajo como -9, y el valor b* puede ser tan alto como 1 y tan bajo como -9. La capa inferior 12 se aplica sobre el sustrato aplicando el primer material de capa inferior sobre el sustrato para formar una primera película de capa inferior 20 al primer grosor de película identificado, y aplicando el segundo material de capa inferior sobre la primera película de capa inferior al grosor de la segunda película de capa inferior identificada formar la segunda película de subcapa 22. El material de óxido conductor transparente se aplica sobre la capa inferior 12 al grosor de película conductora transparente identificado para formar la capa de óxido conductor transparente 14.

El grosor de la capa transparente de óxido conductor 14 afecta la resistencia de la lámina y el color de un sustrato. La capa inferior 12 se usa para ajustar el color del artículo que tiene la capa transparente 14 de óxido conductor con un grosor específico. Esto se hace identificando un primer material de capa inferior y un

segundo material de capa inferior, luego, usando una herramienta como FILM STAR, identificando grosores para cada material de capa inferior que proporcionan el color deseado. Una vez que se identifican los materiales de la primera y segunda capa inferior, se puede ajustar el grosor de cada uno de estos materiales para lograr el color deseado. Típicamente, un color deseado es a* b* sea -1, -1. Alguna variabilidad, es aceptable en este color. Por ejemplo, a* puede ser tan alto como 1 y tan bajo como -9, y el valor b* puede ser tan alto como 1 y tan bajo como -9.

Por ejemplo, uno puede desear hacer una celda solar que tenga un color de a*-1 y b*-1. Se proporcionaría un sustrato de vidrio. El material de óxido conductor transparente podría identificarse como óxido de estaño dopado con indio ("ITO"). Se entendería qué si el grosor de la película de óxido conductor transparente de ITO está entre 125 nm y 275 nm, se puede lograr una resistencia laminar de 5 Ω/□ a 25 Ω/□ con la invención aquí descrita. Para lograr el color deseado, se podría seleccionar una capa inferior 12 que tiene una primera película de capa inferior 20 que comprende óxido de zinc y óxido de estaño, y una segunda película de capa inferior 22 que comprende sílice y alúmina. La primera película 20 de capa inferior tendría un grosor entre 10 nm y 15 nm, y la segunda película 22 de capa inferior tendría un grosor entre 29 nm y 34 nm. La primera película de capa inferior 20 se aplica sobre el sustrato 10 con el grosor identificado, y la segunda película de capa inferior 22 se aplica sobre la primera película de capa inferior 20 con el grosor identificado. La capa de óxido conductor transparente 14 se aplica sobre la segunda película de capa inferior 22 con el grosor identificado, formando así un artículo que tiene un color con un a* entre -9 a 1, específicamente entre -4 y 0, más

específicamente entre -3 y 1, más específicamente entre -1.5 y -0.5; y b* entre -9 a 1, específicamente entre -4 y 0, más específicamente entre -1.5 y -0.5.

En otro ejemplo, se proporcionaría un sustrato de vidrio 10. El material transparente de la capa de óxido conductor podría identificarse como óxido de estaño dopado con indio ("ITO"). Se entendería qué, si el grosor de la película de óxido conductor transparente de ITO está entre 125 nm y 275 nm, se obtendría una resistencia laminar de 5 Ω/□ a 25 Ω/□, específicamente no más de 20 Ω/□, más específicamente no más de 18 Ω/□. Para lograr el color deseado, se podría seleccionar una capa inferior 12 que tenga una primera película de capa inferior 20 que comprende óxido de zinc y óxido de estaño, y una segunda película de capa inferior 22 que comprende sílice, y también considerar el efecto sobre el color que la capa protectora 16 tendría en el sustrato recubierto. En este ejemplo, se usa una capa protectora de sílice que tiene un grosor de al menos 30 nm y no más de 45 nm. La primera película de capa inferior 20 tendría un grosor entre 10 nm y 15 nm, y la segunda película de capa inferior 22 tendría un grosor entre 29 nm y 34 nm. La primera película de capa inferior 20 se aplica sobre el sustrato 10 con el grosor identificado, y la segunda película de capa inferior 22 se aplica sobre la primera película de capa inferior 20 con el grosor identificado. La capa transparente de óxido conductor 14 se aplica sobre la segunda película de capa inferior 22 con el grosor identificado que proporciona la resistencia de la lámina discutida anteriormente, formando así un sustrato recubierto que tiene un color entre a* - 9 a 1, ó -4 a 0, ó -3 a 1, ó -1.5 a -0.5 y b* -9 a 1; ó -4 a 0, ó -3 a 1, ó -1.5 a -0.5.

En estos ejemplos, la capa inferior se usa para ajustar el color del sustrato recubierto.

La figura 2 muestra otro ejemplo para el artículo 2 que incluye un sustrato 10, una capa inferior 12 sobre el sustrato, una capa transparente de óxido conductor 14 sobre la capa inferior 12 y una película embebida 24 que comprende un segundo material de alto índice de refracción que está embebido en la capa de óxido conductivo transparente 14.

El sustrato 10 puede ser cualquiera de los sustratos discutidos aquí.

La capa inferior 12 puede tener una primera película de capa inferior 20 y una segunda película opcional de capa inferior 22. La primera película 20 de capa inferior tiene un primer material de alto índice de refracción. La segunda película 22 opcional de subcapa tiene un primer material de bajo índice de refracción. El primer material de alto índice de refracción tiene un índice de refracción más alto que el primer material de menor índice de refracción.

La capa transparente 14 de óxido conductor puede ser cualquiera de los óxidos conductores transparentes discutidos anteriormente.

La película embebida 24 tiene un segundo material de alto índice de refracción incrustado dentro de la capa transparente de óxido conductor 14. El segundo material de alto índice de refracción puede ser cualquier material que tenga un índice de refracción más alto que el primer material de bajo índice de refracción. Por ejemplo, el segundo material de alto índice de refracción que forma la película embebida 24 puede comprender un óxido metálico, nitruro u oxinitruro. Los ejemplos de materiales de óxido adecuados para la película embebida 24 incluyen óxidos de silicio, titanio,

aluminio, circonio, fósforo, hafnio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño y/o aleaciones y/o mezclas de los mismos. Por ejemplo, la película embebida 24 puede incluir un óxido de silicio y/o aluminio.

Por ejemplo, la película embebida 24 puede incluir un óxido de silicio y aluminio. Según este ejemplo, la segunda película de capa inferior 22 tendría al menos 50% en volumen de sílice; 50 a 99% en volumen de sílice y 50 a 1% en volumen de alúmina; 60 a 98% en volumen de sílice y 40 a 2% en volumen de alúmina; 70 a 95% en volumen de sílice y 30 a 5% en volumen de alúmina; 80 a 90% en peso de sílice y 10 a 20% en peso de alúmina, u 8% en peso de sílice y 15% en peso de alúmina.

La película embebida 24 puede tener un grosor en los rangos de 5 nm a 50 nm, de 10 a 40 nm o de 15 a 30 nm.

El artículo puede incluir opcionalmente una capa protectora 16 sobre la capa transparente de óxido conductor 14, tal como la capa protectora que se describe en el presente documento.

Por ejemplo, la capa protectora 16 puede incluir una primera película protectora 60 y una segunda película protectora 62. La segunda película protectora 62 puede incluir una mezcla de titania y sílice. Por ejemplo, la capa protectora 16 incluye una primera película protectora 60, una segunda película protectora 62 y una tercera película protectora 64.

La figura 3 muestra otro ejemplo del artículo 2 que incluye un sustrato 10, una capa inferior 12 sobre el sustrato, una primera capa de óxido conductor transparente 114 sobre la capa inferior 12, una película embebida 124 sobre la primera capa de

óxido conductor transparente 114. Una segunda capa de óxido conductor transparente 115 sobre la película embebida 124. Opcionalmente, se puede aplicar una capa protectora 16 sobre la segunda capa transparente de óxido conductor 115.

La película embebida 124 puede comprender un óxido metálico, nitruro u oxinitruro. Los ejemplos de materiales adecuados para el segundo metal de alto índice de refracción incluyen óxidos de silicio, titanio, aluminio, circonio, fósforo, hafnio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño y/o aleaciones y/o mezclas de los mismos. Por ejemplo, el segundo material de alto índice de refracción puede incluir sílice y/o alúmina.

Por ejemplo, la película embebida 124 puede incluir sílice y alúmina. El segundo material de alto índice de refracción tendría al menos 50% en volumen de sílice; 50 a 99% en volumen de sílice y 50 a 1% en volumen de alúmina; 60 a 98% en volumen de sílice y 40 a 2% en volumen de alúmina; ó 70 a 95% en volumen de sílice y 30 a 5% en volumen de alúmina; 80 a 90% en peso de sílice y 10 a 20% en peso de alúmina, u 8% en peso de sílice y 15% en peso de alúmina.

La película embebida 124 puede tener un grosor en los rangos de 5 nm a 50 nm, de 10 a 40 nm o de 15 a 30 nm.

La primera capa de óxido conductor transparente 114 y la segunda capa de óxido conductor transparente 115 tienen un grosor combinado en el intervalo de 75 nm a 950 nm, tal como 90 nm a 800 nm, tal como 125 nm a 700 nm. Por ejemplo, el grosor combinado no puede ser mayor de 950 nm, 800 nm, 700 nm, 600 nm, 500 nm, 400 nm, 350 nm, 300 nm, 275 nm, 250 nm ó 225 nm. El grosor combinado puede ser de al menos 75 nm, al menos 90 nm, al menos 100 nm, al menos 125 nm, 150

nm o 175 nm. La primera capa transparente de óxido conductor 114 puede tener un grosor de al menos 10 nm, al menos 25 nm, 50 nm, 75 nm ó 100 nm; y como máximo 650 nm, 550 nm, 475 nm, 350 nm, 250 nm o 150. La segunda capa transparente de óxido conductor 115 puede tener un grosor de al menos 10 nm, al menos 25 nm, 50 nm, 75 nm ó 100 nm; y como máximo 650 nm, 550 nm, 475 nm, 350 nm, 250 nm ó 150. Por ejemplo, si la primera capa de óxido conductor transparente 114 y la segunda capa de óxido conductor transparente 115 comprenden ITO, la primera capa de óxido conductor transparente 114 puede tener un grosor de al menos 25 nm, 50 nm, 75 nm o 100 nm ; y como máximo 200 nm, 175 nm, 150 nm o 125 nm; y la segunda capa transparente de óxido conductor 1 15 puede tener un grosor de al menos 25 nm, 50 nm, 75 nm o 100 nm; y como máximo 200 nm, 175 nm, 150 nm o 125 nm. En otro ejemplo, si la capa de óxido conductor transparente 114 y la segunda capa de óxido conductor transparente 115 comprenden AZO, la primera capa de óxido conductor transparente 114 puede tener un grosor de al menos 100 nm, al menos 150 nm al menos 200 nm, 250 nm o 300 nm; y como máximo 650 nm, 550 nm, como máximo 450 nm, como máximo 325 nm o como máximo 200 nm; y la segunda capa transparente de óxido conductor 115 puede tener un grosor de al menos 100 nm, al menos 150 nm al menos 200 nm, 250 nm o 300 nm; y como máximo 650 nm, 550 nm, como máximo 450 nm, como máximo 325 nm o como máximo 200 nm. En otro ejemplo, si la capa de óxido conductor transparente 114 y la segunda capa de óxido conductor transparente 115 comprenden GZO, la primera capa de óxido conductor transparente 114 puede tener un grosor de al menos 30 nm, al menos 60 nm, al menos 75 nm , al menos 90 nm, al menos 100 nm, al menos

125 nm, al menos 150 nm, 200 nm o 300 nm; y como máximo 350 nm, como máximo 300 nm, 275 nm, como máximo 250 nm o como máximo 225 nm; y la segunda capa de óxido conductor transparente 115 puede tener un grosor de al menos 30 nm, al menos 60 nm, al menos 75 nm, al menos 90 nm, al menos 100 nm, al menos 125 nm, al menos 150 nm, 200 nm o 300 nm; y 350 nm, como máximo 300 nm, 275 nm, como máximo 250 nm o como máximo 225 nm.

Al cambiar el grosor de la primera y segunda capas transparentes de óxido conductivo 114, 115, se mueve la película embebida 124 ya sea más arriba en la capa transparente 14 de óxido conductor, o más abajo en la capa transparente 14 de óxido conductor. Sorprendentemente, no importa dónde se coloque la película embebida 24, 124 dentro de la pila de revestimiento, hay un aumento significativo en la resistencia de la lámina (ver Fig. 13a). También sorprendentemente, la posición de la película embebida 24, 124 dentro de la capa transparente de óxido conductor 14 tiene un impacto diferente en la transmisión de luz (véase la figura 13b). Cuando la primera capa de óxido conductor transparente 114 es más delgada que la segunda capa de óxido conductor transparente 115, por lo tanto la película embebida 124 se coloca más abajo dentro de la capa de óxido conductor transparente 14, hay un aumento en la transmisión de luz (ver Fig. 13b). Este aumento es más pronunciado cuando la primera capa de óxido conductor transparente 114 es más gruesa que la segunda capa de óxido conductor transparente 115, por lo que la película embebida 124 se coloca más arriba dentro de la capa de óxido conductor transparente 14 (véase la figura 13b). Sin embargo, si el grosor de la primera capa de óxido conductor transparente 114 es aproximadamente igual al grosor de la segunda capa de óxido

conductor transparente 115, por lo tanto, la película embebida 124 se coloca aproximadamente en el medio de la capa de óxido conductor transparente 14, la transmisión disminuye (ver Fig. 13b). Por ejemplo, la segunda película transparente de óxido conductor 115 puede ser al menos 25%, al menos 50%, al menos 75%, al menos 100% (es decir, al menos el doble), al menos 125% o al menos 150% más gruesa que la primera película de óxido conductora transparente 114; y puede ser como máximo 250% más grueso; a lo sumo 200% más grueso; a lo sumo 150% más grueso; a lo sumo 125% más grueso; como máximo 100% (es decir, como máximo duplicado) más grueso; a lo sumo 75% más grueso; como máximo 50% más grueso o como máximo 25% más grueso que la primera película de óxido conductor transparente 114. Alternativamente, la segunda película transparente de óxido conductor 115 puede ser al menos 25%, al menos 50%, al menos 75%, al menos 100% (es decir, al menos se duplicó), al menos 125% o al menos 150% más delgada que la primera película de óxido conductora transparente 114; y puede ser como máximo 250% más delgado; a lo sumo 200% más delgado; a lo sumo 150% más delgado; a lo sumo 125% más delgado; como máximo 100% (es decir, como máximo se duplicó) diluyente; a lo sumo 75% más delgado; como máximo un 50% más delgado o como máximo un 25% más delgado que la primera película de óxido conductor transparente 114.

Otro ejemplo de la invención es un método para fabricar un artículo recubierto 2. Se proporciona un sustrato 10. Se aplica una primera película 20 de capa inferior que tiene un primer material de alto índice de refracción sobre al menos una porción del sustrato 10. Una segunda película de capa inferior 22 que tiene un primer material

de índice de refracción bajo se aplica sobre al menos una porción de la primera película de capa inferior 20, en donde el primer material de índice de refracción inferior tiene un índice de refracción que es más bajo que la primera película de índice de refracción alto. Se aplica una primera película de óxido conductora transparente 114 sobre al menos una porción de la capa inferior 12. Una película embebida 124 que tiene un segundo material de alto índice de refracción se aplica sobre al menos una porción de la primera película transparente de óxido conductora 114, en donde el segundo material de alto índice de refracción tiene un índice de refracción que es mayor que el primer material de bajo índice de refracción, o tiene un índice de refracción que está dentro del 10%, ó 5% del índice de refracción para el primer índice de refracción alto, o es el mismo material que el primer material de índice de refracción alto, o tiene el mismo índice de refracción que el primer índice de refracción alto material. Se aplica una segunda película de óxido conductor transparente 115 sobre al menos una porción de la película embebida 124. La segunda película de alto índice de refracción divide la película de óxido conductor transparente en dos partes, la primera película de óxido conductor transparente y la segunda película de óxido conductor transparente.

La película embebida 124 también permite sintonizar un color para el sustrato recubierto. El color puede tener un a* de al menos -9, -4, -3 ó -1.5 y como máximo 1, 0 ó -0.5 y tener un b* de al menos -9, -4, -3 ó -1.5 y como máximo 1, 0 ó -0.5.

Al cambiar el grosor de los dos materiales de alto índice de refracción y el material de bajo índice de refracción, se puede ajustar el color del sustrato recubierto. Con este fin, primero, se debe identificar el material que se utilizará en las películas

transparentes de óxido conductor 114 y 115. Una vez que se identifica ese material, se identifica una resistencia de lámina deseada. Al conocer el material y la resistencia de la lámina, se puede determinar el grosor de la capa transparente de óxido conductor 14, o el grosor combinado de la primera y segunda película transparente de óxido conductor 114 y 115. La capa transparente 14 de óxido conductor afectará el color del sustrato revestido. Para compensar este impacto de color, se puede usar una herramienta de diseño óptico (p. Ej. FILM STAR) para identificar los grosores para la primera y segunda películas de capa inferior 20 y 22, y el grosor de la película embebida 24, 124. Esto se realiza introduciendo el grosor de la capa transparente de óxido conductor 14 en el software, identificando el primer material de alto índice de refracción, el segundo material de alto índice de refracción y el primer material de menor índice de refracción. Con estos parámetros, se puede determinar el grosor de la primera y segunda películas de capa inferior 20 y 24, y la película embebida 24, 124. Estas películas se aplican luego a los grosores identificados.

Por ejemplo, el método puede incluir la identificación de un primer material transparente de óxido conductor que se utilizará en la primera película transparente de óxido conductor 114, y un segundo material transparente de óxido conductor que se utilizará en el segundo óxido conductor transparente 115. Estos óxidos conductores transparentes pueden ser GZO, AZO, IZO, MZO o ITO.

Un grosor para la capa de óxido conductor transparente 14 puede ser identificando al primeramente identificar una resistencia de lámina deseada. Una vez que se identifica la resistencia de la lámina, se puede identificar el grosor combinado de ambas películas transparentes de óxido conductor 114, 115. La resistencia de la

lámina puede ser de al menos 8 Ω/□, de al menos 10 Ω/□ o de al menos 12 Ω/□; y puede tener como máximo 25 Ω/□, como máximo 20 Ω/□ o como máximo 18 Ω/□. Para lograr esos valores, el grosor combinado de la capa transparente de óxido conductor 14 puede ser de al menos 75 nm, al menos 90 nm, al menos 100 nm; al menos 175 nm; al menos 180 nm; al menos 190 nm; al menos 200 nm; al menos 205 nm; al menos 225 nm; o al menos 360 nm. Dado que la capa transparente 14 de óxido conductor impacta el color del sustrato recubierto, es importante minimizar el grosor combinado de las películas transparentes de óxido conductor 114, 115. Para este fin, el grosor combinado de las películas transparentes de óxido conductor 114, 115 puede ser como máximo 800 nm; a lo sumo 700 nm; a lo sumo 360 nm; al menos 350 nm, como máximo 300 nm, como máximo 275 nm, como máximo 250 nm, como máximo 225 nm; a lo sumo 205 nm; a lo sumo 200 nm; a lo sumo 190 nm; como máximo 180 nm o como máximo 175 nm.

También se determina la posición de la película embebida 24, 124 dentro del óxido conductor transparente. Al hacerlo, se considera si se desea aumentar o disminuir la transmisión (ver Fig. 13 (b)). La primera película transparente de óxido conductor 114 puede ser más gruesa, más delgada o aproximadamente del mismo grosor que la segunda película conductora de óxido 115.

Se identifica un primer material de alto índice de refracción para una primera película de capa inferior 20, un primer material de bajo índice de refracción para una segunda película de capa inferior 22 y un segundo material de alto índice de refracción para la película embebida 24, 124. Opcionalmente, se puede identificar una capa protectora 16 con el grosor identificado para cada película de capa

protectora 60, 62 y/o 64. Se identifica un color deseado. Esos parámetros se introducen en una herramienta de diseño óptico, como FILM STAR, y se identifica el grosor de la primera película de capa inferior 20 y la película de capa inferior 22 y la película embebida 124.

La pila de revestimiento que tiene la capa inferior 12, la capa transparente de óxido conductor 14, la película embebida 24, 124 y la capa protectora opcional 16 se aplican sobre el sustrato con el grosor identificado. El grosor de las películas subyacentes 20, 22 y la película embebida 24, 124 ajusta el color del artículo 2 al color deseado.

Las figuras 4a y 4b muestran otro ejemplo del artículo 2 que incluye un sustrato 10, una capa inferior 12 sobre el sustrato 10, una capa transparente de óxido conductor 14 sobre la capa inferior 12 y una capa protectora 16 sobre la capa transparente de óxido conductor 14. El sustrato 10, la capa inferior 12 y la capa de óxido conductor transparente 14 pueden ser cualquiera de los sustratos o capas subyacentes discutidas aquí. La capa transparente 14 de óxido conductor puede dividirse por las capas embebidas 24, 124 discutidas aquí.

La capa protectora 16 está sobre la capa transparente de óxido conductor 14, u opcionalmente en contacto directo con la capa transparente de óxido conductor 14. Puede incluir al menos dos películas protectoras 60, 62 o al menos tres películas protectoras 60, 62, 64.

La figura 4a muestra un ejemplo de un artículo con una capa protectora que tiene dos películas protectoras 60, 62. La primera película protectora 60 se coloca sobre la capa transparente de óxido conductor 14, y está más cerca de la capa

transparente de óxido conductor 14 que la segunda película protectora 62. La segunda película protectora 62 es la película más externa en el revestimiento 18 sobre el artículo recubierto.

La primera película protectora 60 puede comprender alúmina, sílice, titania, circonia, óxido de estaño o mezclas de los mismos. Por ejemplo, la primera película protectora puede comprender una mezcla de sílice y alúmina. En otro ejemplo, la primera película protectora 60 puede comprender estannato de zinc. En otro ejemplo, la primera película protectora 60 puede comprender circonia.

La segunda película protectora 62 comprende una mezcla de titania y alúmina. La segunda película protectora 62 es la última película en un revestimiento 18 aplicado sobre el sustrato 10.

La segunda película protectora 62 comprende 40-60 por ciento en peso de alúmina y 60-40 por ciento en peso de titania; 45-55 por ciento en peso de alúmina y 55-45 por ciento en peso de titania; 48-52 por ciento en peso de alúmina, y 52-48 por ciento en peso de titania; 49-51 por ciento en peso de alúmina, y 51-49 por ciento en peso de titania; o 50 por ciento en peso de alúmina, y 50 por ciento en peso de titania.

Como se muestra en la figura 4b, la capa protectora 16 puede comprender además una tercera película protectora 64 colocada entre la primera película protectora 60 y la segunda película protectora 62. La tercera película protectora 64 puede comprender alúmina, sílice, titania, circonia, óxido de estaño o mezclas de los mismos. Por ejemplo, la tercera película protectora 64 puede comprender una mezcla de sílice y alúmina. En otro ejemplo, la tercera película protectora 64

comprende estannato de zinc. En otro ejemplo, la tercera película protectora 64 comprende circonia.

Otro ejemplo del artículo se muestra en las Figs. 5a y 5b, que incluye un sustrato 10, un revestimiento funcional 112 y una capa protectora 16. El sustrato en este método puede ser vidrio, plástico o metal.

El revestimiento funcional 112 puede ser cualquier revestimiento funcional. Por ejemplo, puede incluir múltiples películas dieléctricas o múltiples películas de metal. El revestimiento funcional puede incluir la capa inferior 12 descrita en el presente documento, y/o la capa transparente 14 de óxido conductor descrita en el presente documento. La capa protectora 16 puede ser una primera película protectora 60 y una segunda película protectora 62 como se describe aquí. En este caso, la segunda película protectora 62 es la película más externa, e incluye alúmina y titania.

La capa protectora puede tener un grosor total de al menos 20 nm, 40 nm, 60 nm u 80 nm, 100 nm ó 120 nm; y como máximo 275 nm, 255 nm, 240 nm, 170 nm, 150 nm, 125 nm ó 100 nm. La primera película protectora puede tener un grosor de al menos 10 nm, al menos 15 nm al menos 27 nm, al menos 35 nm, al menos 40 nm, al menos 54 nm, al menos 72 nm; y como máximo 85 nm, 70 nm, 60 nm 50 nm, 45 nm, 30 nm. La segunda película protectora puede tener un grosor de al menos 10 nm, al menos 15 nm al menos 27 nm, al menos 35 nm, al menos 40 nm, al menos 54 nm, al menos 72 nm; y como máximo 85 nm, 70 nm, 60 nm 50 nm, 45 nm, 30 nm. La tercera película protectora opcional puede tener un grosor de al menos 10 nm, al menos 15 nm al menos 27 nm, al menos 35 nm, al menos 40 nm, al menos 54 nm,

al menos 72 nm; y como máximo 85 nm, 70 nm, 60 nm 50 nm, 45 nm, 30 nm. Por ejemplo, la capa protectora puede tener el grosor indicado en la Tabla 1, más abajo mostrada. En una realización, la primera película protectora tiene un grosor de al menos 20 nm o al menos 30 nm; y como máximo 60 nm o como máximo 50 nm. La segunda película protectora tiene un grosor de al menos 15 nm, o al menos 20 nm; y como máximo 50 nm o como máximo 40 nm. La tercera capa protectora opcional tiene un grosor de al menos 5 nm, o al menos 10 nm; y como máximo 30 nm o como máximo 20 nm. La tercera capa protectora opcional puede colocarse entre la primera película protectora y la capa funcional, o entre la primera película protectora y la segunda película protectora.

Tabla 1. Ejemplos de grosor para capas protectoras.

1a. Película Protectora	Opcional 3a Película Protectora	2a Película protectora
27 nm	--	33 nm
27 nm	--	50 nm
27 nm	--	68 nm
27 nm	--	85 nm
54 nm	--	33 nm
54 nm	--	50 nm
54 nm	--	68 nm
54 nm	--	85 nm
72 nm	--	33 nm
72 nm	--	50 nm
72 nm	--	68 nm

72 nm	--	85 nm
50 nm	--	50 nm
50 nm	--	70 nm
50 nm	--	85 nm
70 nm	--	50 nm
70 nm	--	70 nm
70 nm	--	85 nm
20 nm	--	20 nm
20 nm	--	30 nm
20 nm	--	40 nm
30 nm	--	20 nm
30 nm	--	30 nm
30 nm	--	40 nm
40 nm	--	20 nm
40 nm	--	30 nm
40 nm	--	40 nm
50 nm	15 nm	50 nm
50 nm	15 nm	70 nm
50 nm	15 nm	85 nm
70 nm	15 nm	50 nm
70 nm	15 nm	70 nm
70 nm	15 nm	85 nm

15 nm	50 nm	50 nm
15 nm	50 nm	70 nm
15 nm	50 nm	85 nm
15 nm	70 nm	50 nm
15 nm	70 nm	70 nm
15 nm	70 nm	85 nm

El revestimiento funcional 112 puede ser un revestimiento funcional de película única o puede ser un revestimiento funcional de película múltiple que incluye una o más capas dieléctricas y/o una o más capas reflectantes de infrarrojos.

El revestimiento funcional 112 puede ser, por ejemplo, un revestimiento de control solar. El término "revestimiento de control solar" se refiere a un revestimiento compuesto por una o más capas o películas que afectan las propiedades solares del artículo recubierto, tales como, pero no limitado a, la cantidad de radiación solar, por ejemplo, visible, infrarroja, o radiación ultravioleta, reflejada, absorbida o que pasa a través del artículo recubierto; coeficiente de sombreado; emisividad, etc. El revestimiento de control solar puede bloquear, absorber o filtrar partes seleccionadas del espectro solar, tales como, entre otros, los espectros IR, UV y/o visibles.

El revestimiento funcional 112 puede, por ejemplo, incluir una o más películas dieléctricas. La película dieléctrica puede comprender un material antirreflectante, que incluye, entre otros, óxidos metálicos, óxidos de aleaciones metálicas, nitruros, oxinitruros o mezclas de los mismos. La película dieléctrica puede ser transparente a la luz visible. Los ejemplos de óxidos metálicos adecuados para la película

dieléctrica 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 película dieléctrica 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 compuesta de óxidos de zinc y estaño o puede estar compuesta de una pluralidad de películas.

El revestimiento funcional 112 puede incluir una película reflectante de radiación. La película reflectante de radiación puede incluir un metal reflectante, tal como, pero sin limitación, oro metálico, cobre, paladio, aluminio, plata o mezclas de los mismos. En una realización, la película reflectante de radiación comprende una capa de plata metálica.

En una modalidad, el revestimiento funcional comprende una primera capa dieléctrica 120 sobre el sustrato 10, una segunda capa dieléctrica 122 sobre la primera capa dieléctrica 120, y una capa metálica 126 entre la primera capa dieléctrica y la segunda capa dieléctrica 120 (ver Fig. 7) o sobre la segunda capa dieléctrica 122 (véase la Fig. 6a). El revestimiento protector 16 se coloca sobre la

capa metálica 126 (véase la figura 6b). Opcionalmente, se puede aplicar una imprimación 128 entre la película metálica y la primera capa dieléctrica (ver Fig. 6c) o la segunda capa dieléctrica (ver Fig. 6d).

Las películas dieléctricas 120 y 122 pueden ser transparentes a la luz visible. Los ejemplos de óxidos metálicos adecuados para las películas dieléctricas 120 y 122 incluyen óxidos de titanio, hafnio, circonio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño y mezclas de los mismos. 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 anteriormente), óxidos de aleaciones de indio-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. Las películas dieléctricas 120 y 122 pueden ser una película sustancialmente monofásica, tal como una película de óxido de aleación metálica, por ejemplo, estannato de zinc, o pueden ser una mezcla de fases compuestas de óxidos de zinc y estaño. Las películas dieléctricas 120 y 122 pueden tener un grosor combinado en el rango de 100 Å a 600 Å, tal como 200 Å a 500 Å, tal como 250 Å a 350 Å.

La película metálica 126 puede seleccionarse del grupo que consiste en oro metálico, cobre, paladio, aluminio, plata y aleaciones de los mismos. Por ejemplo, la película de metal 126 puede ser plateada.

El imprimador 128 opcional puede ser una película única o películas múltiples. Por ejemplo, el imprimador 128 puede incluir un material de captura de oxígeno que puede sacrificarse durante el proceso de deposición para evitar la degradación u oxidación de la película metálica 126 durante el proceso de pulverización catódica o procesos de calentamiento posteriores. El imprimador 128 también puede absorber al menos una porción de radiación electromagnética, tal como luz visible, que pasa a través del revestimiento. Los ejemplos de materiales útiles para el imprimador 128 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 imprimación148 puede ser titanio.

La capa protectora 16 puede incluir una primera película protectora 60 y una segunda película protectora 62; o una primera película protectora 60 (véanse las figuras 5a y 6a-d), una segunda película protectora 62 y una tercera película protectora 64 (véanse las figuras 5b y 6e-h).

En un método para hacer un artículo recubierto, se aplica una capa inferior 12 sobre un sustrato 10, y se aplica una capa transparente de óxido conductor 14 sobre la capa inferior 12. La capa inferior 12 puede aplicarse sobre el sustrato 10, y la capa de óxido conductor transparente 14 puede aplicarse sobre al menos una parte de la capa inferior 12; o se puede proporcionar un sustrato 10 que tenga la capa inferior 12 y la capa de óxido conductor transparente 14 sobre él. Se aplica una capa protectora 16 sobre al menos una porción del óxido conductor transparente. La capa protectora 16 se aplica aplicando primero una primera película protectora 60 sobre

el óxido conductor transparente, y luego aplicando una segunda película protectora 62 sobre la primera película protectora 60. Opcionalmente, se puede aplicar una tercera película protectora 64 sobre la primera película protectora 60, y la segunda película protectora 62 se puede aplicar sobre la tercera película protectora 64.

En un método para hacer un artículo recubierto, se aplica un revestimiento funcional 112 sobre un sustrato 10. Se puede aplicar un revestimiento funcional 112 sobre el sustrato 10, o se puede proporcionar un sustrato que tenga un revestimiento funcional 112. Se aplica una capa protectora 16 sobre el revestimiento funcional 112. La capa protectora 16 se aplica aplicando primero una primera película protectora 60 sobre el óxido conductor transparente, y luego aplicando una segunda película protectora 62 sobre la primera película protectora 60. Opcionalmente, se puede aplicar una tercera película protectora 64 sobre la primera película protectora 60, y la segunda película protectora 62 se puede aplicar sobre la tercera película protectora 64.

Otro ejemplo del método de la invención es un método para aumentar la resistencia de la lámina de un artículo recubierto. Se proporciona un artículo recubierto. El artículo recubierto tiene un sustrato y una capa de óxido conductor transparente sobre al menos parte del sustrato. El artículo recubierto se procesa con un proceso posterior a la deposición.

El proceso posterior a la deposición puede templar el artículo recubierto, recocer instantáneamente solo una superficie de la capa de óxido conductor transparente, o pasar una corriente Eddy a través de la capa de óxido conductor transparente.

El templado del artículo recubierto se realiza calentando todo el artículo de modo que la superficie de la capa de óxido conductor transparente alcance más de 380°F, al menos 435°F, o al menos 635°F durante al menos 5, 10, 15, 20, 25 ó 30 segundos, y como máximo 120, 90, 60, 55, 50, 45, 40, 35 ó 30 segundos. La capa de óxido conductor transparente no debe calentarse a más de 635°F ó 806°F. Después de calentar el articulo recubierto, se enfría rápidamente a una temperatura normal a una velocidad particular.

El artículo recubierto puede ser recocido instantáneamente para aumentar la resistencia de la lámina. Esto se hace usando una lámpara de flash para calentar una superficie del artículo recubierto. La superficie que se calienta es la superficie sobre la cual reside la capa de óxido conductor transparente. La superficie se calienta a una temperatura superior a 380°F, al menos 435°F o al menos 635°F durante al menos 5, 10, 15, 20, 25 o 30 segundos, y como máximo 120, 90, 60, 50, 55, 45, 40, 35 ó 30 segundos. La superficie debe calentarse a no más de 968°F, no más de 878°F, no más de 806°F o no más de 635°F. Después de calentar la superficie, se enfría a una temperatura normal.

Se puede pasar una corriente Eddy a través del óxido conductor transparente ("TCO") exponiendo la capa transparente de óxido conductor a un campo magnético cambiante. Por ejemplo, se puede aplicar un campo magnético sobre un sustrato que está recubierto con un TCO. El TCO se enfrenta al campo magnético. La corriente de Foucault pasa a través de la capa de óxido conductor transparente.

Otro ejemplo de método es un método para reducir la resistencia de la lámina de un artículo recubierto. Se proporciona un sustrato. El sustrato en este método

puede ser vidrio, plástico o metal. Opcionalmente, el sustrato está recubierto con una capa inferior. La capa inferior puede comprender una película, dos películas o más. El sustrato se recubre con un óxido conductor transparente aplicando un óxido conductor transparente sobre al menos una porción del sustrato o capa inferior. Opcionalmente, se aplica una película embebida dentro de la capa de óxido conductor transparente. Este paso opcional se realiza aplicando una primera porción de la capa transparente de óxido conductor, aplicando la capa embebida sobre al menos una porción de la primera porción de la capa transparente de óxido conductor, y aplicando una segunda porción de la capa transparente de óxido conductor sobre menos una porción de la capa embebida. El artículo recubierto se procesa con uno de los procesos posteriores a la deposición descritos anteriormente.

Opcionalmente, el método puede incluir además aplicar una capa protectora, como se describe en este documento, sobre al menos una porción de la capa de óxido conductor transparente. La capa protectora puede tener dos películas protectoras o tres películas protectoras.

El tratar un artículo con un proceso posterior a la deposición, la resistencia de la lámina del artículo disminuye a menos de 25 ohmios por cuadrado, menos de 20 ohmios por cuadrado; menos de 18 ohmios por cuadrado, menos de 16 ohmios por cuadrado o menos de 15 ohmios por cuadrado. Esto es particularmente útil para reducir el grosor de un TCO. Por ejemplo, AZO puede tener un grosor de menos de 400 nm, o 320 nm, y más de 160 nm. AZO debe tener un grosor de menos de 344 nm y mayor de 172 nm. ITO debe tener un grosor de menos de 275 nm o 175 nm; y mayor de 95 nm.

En una modalidad de realización es un método para fabricar un artículo de vidrio recubierto en el que se proporciona un sustrato de vidrio. Se aplica una capa inferior sobre el sustrato de vidrio, preferiblemente mediante un proceso o deposición por vacío pulverizado con magnetrón, algún otro proceso que no utiliza calor radiante o la capa inferior se aplica sobre el sustrato a temperatura ambiente. Preferiblemente, la capa inferior comprende dos películas en las que la primera película comprende un óxido de zinc y un óxido de estaño y la segunda película comprende sílice y titania. Se aplica un óxido conductor transparente sobre la capa inferior, preferiblemente mediante un proceso de deposición por vacío pulverizado con magnetrón, algún otro proceso que no use calor radiante o el óxido conductor transparente se aplica sobre la capa inferior a temperatura ambiente. Preferiblemente, el óxido conductor transparente es óxido de indio dopado con estaño. Se aplica una capa protectora opcional sobre el óxido conductor transparente, preferiblemente mediante un proceso o deposición por vacío pulverizado con magnetrón, algún otro proceso que no use calor radiante o la capa protectora opcional se aplica sobre el óxido conductor transparente a temperatura ambiente. La absorción del óxido conductor transparente no es mayor que 0.2, y/o es al menos tan alta como 0.05.

En un ejemplo de modalidad, el artículo es una puerta de refrigerador. Las puertas del refrigerador se tratarían con un proceso posterior a la deposición en algún momento antes del ensamblaje, pero mucho después de que el metal para el exterior de la puerta esté recubierto. Típicamente, las puertas del refrigerador se calientan para permitir que uno doble el artículo recubierto en una forma que se ajuste

adecuadamente a la puerta. Este proceso de calentamiento cristalizaría el óxido conductor transparente y reduciría la resistencia de la lámina.

EJEMPLOS

Un experto en la materia apreciará 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 están limitadas al alcance de la invención, que se debe dar a la amplitud completa de las reivindicaciones adjuntas y cualquiera y todos sus equivalentes.

Ejemplo 1 (010761)

Un sustrato de vidrio fue recubierto con una capa inferior y una capa de óxido conductor transparente. La capa inferior tenía una primera película de capa inferior y una segunda película de capa inferior. La primera película de capa inferior era estannato de zinc sobre el sustrato de vidrio, y la segunda película de capa inferior era una aleación de sílice-alúmina que tenía aproximadamente 85 por ciento en peso de sílice y 15 por ciento en peso de alúmina sobre la primera película de capa inferior. La capa de óxido conductor transparente sobre la segunda película de capa inferior era óxido de indio dopado con estaño ("ITO").

Para mejorar la conductividad del artículo recubierto, se colocó todo el artículo en un horno y se midió la temperatura de la capa de óxido conductor transparente (ver Fig. 7).

Las siguientes muestras se probaron para establecer la conductividad mejorada para cada grosor de ITO.

Muestra	Grosor ITO (nm)	Temperatura Superficial ITO (ºF)	Resistencia de Lámina (Ω/□)
1	96.8	Sin recocido instantáneo.	68.4
2	96.8	435	23.6
3	96.8	635	24.8
4	96.8	806	21.8
5	96.8	878	21.2
6	96.8	968	20.2
8	105.2	Sin recocido instantáneo.	67.2
8	105.2	435	23.0
9	105.2	635	23.6
10	105.2	806	21.2
11	105.2	878	20.6
12	105.2	968	19.6
13	111.6	Sin recocido instantáneo.	67.2
14	111.6	435	21.8
15	111.6	635	23.6
16	111.6	806	20.6
17	111.6	878	20.0
18	111.6	968	19.0
19	114.9	Sin recocido instantáneo.	67.2
20	114.9	435	21.2
21	114.9	635	22.4
22	114.9	806	18.9
23	114.9	878	18.9
24	114.9	968	17.9
25	127.9	Sin recocido instantáneo.	61.3
26	127.9	435	18.9
27	127.9	635	20.0
28	127.9	806	17.7
29	127.9	878	17.1
30	127.9	968	14.9
31	133.1	Sin recocido instantáneo.	60.2
32	133.1	435	17.7
33	133.1	635	19.5

34	133.1	806	17.1
35	133.1	878	15.9
36	133.1	968	14.3
37	147.9	Sin recocido instantáneo.	58.4
38	147.9	435	17.7
39	147.9	635	18.9
40	147.9	806	16.5
41	147.9	878	15.3
42	147.9	968	13.1
43	160.3	Sin recocido instantáneo.	56.6
44	160.3	435	16.5
45	160.3	635	18.3
46	160.3	806	15.3
47	160.3	878	14.1
48	160.3	968	13.1
49	170.8	Sin recocido instantáneo.	54.3
50	170.8	435	15.3
51	170.8	635	16.5
52	170.8	806	14.1
53	170.8	878	14.1
54	170.8	968	12.0

Como se puede ver en la Fig. 7, el calentamiento posterior al depósito del ITO, independientemente del grosor, disminuyó la resistencia de la lámina de aproximadamente 55-70 Ω/□ a aproximadamente 10-25 Ω/□. Cuando el grosor de ITO era de al menos 96.8 nm de grosor, la resistencia de la lámina era inferior a 25 Ω/□, independientemente de la temperatura de calentamiento. Cuando el grosor de ITO era de al menos 109.2, la resistencia de la lámina era inferior a 20 Ω/□ si la superficie de ITO alcanzaba los 968°F. A aproximadamente 127.9 nm, el ITO tenía una resistencia de lámina de menos de 20 Ω/□ cuando se calentó a cualquier temperatura. Las mejoras en la resistencia de la lámina fueron inesperadas. Se obtuvieron resultados similares con otros óxidos conductores transparentes, lo que

sugiere que la temperatura, independientemente del óxido conductor transparente, debe ser superior a 380°F, al menos 435°F, o no superior a 806°F.

Como se muestra en la figura 8a-c, el calentamiento posterior a la deposición aumentó la cristalinidad de la capa de ITO. Las muestras que se probaron se enumeran en la Tabla 2, a continuación.

Tabla 2: Muestras para el ejemplo 1

Muestra	Muestra ID	Descripción
A	Claro no revestido	Vidrio claro no revestido
B	PC-4042	Vidrio claro revestido con ITO at 168.7 nm
C	PC-4042-40 AH	PC-4042 después de calentamiento
D	PC-4045	Vidrio claro revestido con ITO a 141.7 nm
E	PC-4045-30 AH	PC-4045 después de calentamiento
F	PC-4046	Vidrio claro revestido con ITO a 129.4 nm
G	PC-4046-30 AH	PC-4046 después de calentamiento

Al centrarse en la temperatura superficial mínima necesaria para aumentar la formación de cristales del ITO, se obtiene un enorme beneficio al conservar la energía.

Ejemplo 2

Un sustrato de vidrio fue revestido con una capa de óxido conductor transparente. El óxido conductor transparente era óxido de zinc dopado con galio ("GZO"). Se prepararon varias muestras con diferentes grosores de GZO y se midió la resistencia de la lámina para muestras para comparar los efectos del procesamiento posterior a la deposición con la resistencia de la lámina de GZO tal como se depositó. El proceso posterior a la deposición fue colocar el artículo

recubierto en un horno. La resistencia de la lámina de cada muestra se probó antes y después del recocido instantáneo, y los resultados se muestran en la Fig. 9. El grosor y la resistencia de la lámina para la prueba de muestras se enumeran en la Tabla 3, a continuación.

Tabla 3: Muestras del ejemplo 2

Muestra	**GZO Grosor (nm)**	**Resistencia de lámina (tal como se depositó)**	**Resistencia de lámina (recocido instantáneo)**
1	160	84.4	36.6
2	320	35.6	12.7
3	400	26.9	9.6
4	480	21.8	7.8
5	640	16.2	5.3
6	800	12.0	4.2
7	960	7.6	2.7
8	1200	9.9	3.5

Como se muestra en la Fig. 9, el recocido instantáneo posterior a la deposición del GZO mejoró la resistencia de la lámina para todos los grosores probados. La mejora fue más significativa cuando el GZO tenía un grosor aproximado de 320-480 nm. Cuando la capa de GZO tenía aproximadamente 320 nm de grosor, la capa de GZO "tal como se depositó" proporcionó una resistencia de lámina de 35.6 Ω/□, mientras que después del tratamiento térmico, la resistencia de lámina fue de 12.7 Ω/□. Esto es significativo porque a este grosor, el recocido instantáneo redujo la resistencia de la lámina a un rango aceptable, mientras que sin el recocido instantáneo, la resistencia de la lámina era inaceptablemente alta.

Se observó un resultado similar cuando el GZO tenía un grosor de 480 nm. La resistencia laminar de la muestra de GZO "tal como se depositó" fue de

aproximadamente 21.8 Ω/□, mientras que la muestra tratada térmicamente fue de 7.8 Ω/□.

La diferencia en la resistencia de la lámina se reduce a cuando tiene grosores muy altos de GZO. Por ejemplo, a aproximadamente 950 nm, la muestra de GZO "tal como se depositó" tenía una resistencia laminar de aproximadamente 8 Ω/□, mientras que la muestra recocida instantánea tenía una resistencia laminar de aproximadamente 5 Ω/□. En este caso, ambas muestras tenían una resistencia de lámina adecuadamente baja.

Por lo tanto, como se muestra en la Fig. 9, para muestras con GZO como óxido conductor transparente, los grosores que proporcionan la mayor y más significativa diferencia en la resistencia de la lámina es cuando la capa de GZO tiene al menos 300 nm de grosor y como máximo 500 nm de grosor.

El tratamiento térmico reduce el grosor de la capa de óxido conductor transparente necesaria para alcanzar una resistencia de lámina aceptable. Sin ningún tratamiento posterior a la deposición, el GZO tendría que aplicarse a al menos 550 nm antes de que la resistencia de la lámina fuera inferior a 20 Ω/□. El calentamiento permite aplicar capas de GZO más delgadas. Esto no solo reduce el costo de hacer un artículo recubierto apropiado, sino que también reduce el efecto que el GZO tiene sobre la óptica y el color del artículo recubierto.

Esto fue sorprendente de encontrar, y proporcionó un enfoque rentable para mejorar la resistencia de la lámina de capas de óxido conductor transparentes más delgadas.

Ejemplo 3

Un sustrato de vidrio fue recubierto con una capa de óxido conductor de óxido de zinc dopado con aluminio ("AZO"). Se prepararon varias muestras con diferentes grosores de AZO y se midió la resistencia de la lámina para muestras para comparar los efectos del procesamiento posterior a la deposición con la resistencia de la lámina de AZO tal como se depositó. El proceso posterior a la deposición implicó colocar el artículo recubierto en un horno. La resistencia de la lámina de cada muestra se probó antes y después del recocido instantáneo, y los resultados se muestran en la Fig. 10. El grosor y la resistencia de la lámina para la prueba de muestras se enumeran en la Tabla 4, a continuación.

Tabla 4: Muestras del ejemplo 3

Muestra	**Grosor AZO (nm)**	**Resitencia de Lámina (tal como se depositó)**	**Resistencia de lámina (recocido instantáneo)**
1	172	166.0	46.9
2	344	78.3	19.5
3	430	58.4	14.5
4	516	48.1	12.2
5	688	35.3	8.6
6	860	26.6	7.1
7	1032	17.0	3.9

Como se muestra en la Fig. 10, el calentamiento posterior a la deposición del AZO mejoró la resistencia de la lámina para todos los grosores probados. La mejora fue más significativa cuando el AZO tenía aproximadamente 344 a 860 nm de grosor. Cuando la capa de AZO tenía un grosor de 344 nm, la capa de AZO "tal como se depositó" proporcionó una resistencia de lámina de aproximadamente 78.3 Ω/□, mientras que después del tratamiento térmico, la resistencia de lámina fue de 19.5 Ω/□. Esto es significativo porque a este grosor, el calentamiento redujo la resistencia

de la lámina en un rango aceptable mientras que sin calentamiento, la resistencia de la lámina fue inaceptablemente alta.

Se observó un resultado similar cuando el AZO tenía 860 nm de grosor. La resistencia laminar de la muestra AZO "tal como se depositó" fue de aproximadamente 26,6 Ω/□, mientras que la muestra tratada térmicamente fue de aproximadamente 7.1 Ω/□.

La diferencia en la resistencia de la lámina se reduce a cuando está en grosores muy altos de AZO. Por ejemplo, a aproximadamente 1050 nm, la muestra AZO "tal como se depositó" tenía una resistencia laminar de aproximadamente 17.0 Ω/□, mientras que la muestra tratada térmicamente tenía una resistencia laminar de 3.9 Ω/□. En este caso, ambas muestras tenían una resistencia de lámina adecuadamente baja.

Por lo tanto, como se muestra en la Fig. 10, para muestras con AZO como el óxido conductor transparente, los grosores que proporcionan la mayor y más significativa diferencia en la resistencia de la lámina es cuando la capa de AZO tiene al menos 344 nm de grosor y como máximo 860 nm grueso.

El calentamiento también reduce el grosor de la capa de óxido conductor transparente necesaria para alcanzar una resistencia de lámina aceptable. Sin ningún tratamiento posterior a la deposición, el AZO debería aplicarse a al menos 1032 nm antes de que la resistencia de la lámina fuera inferior a 20 Ω/□. El calentamiento permite aplicar capas AZO más delgadas. Esto no solo reduce el costo de hacer un artículo recubierto apropiado, sino que también reduce el efecto que tiene el AZO en la óptica y el color del artículo recubierto.

Esto fue una sorpresa de encontrar, y proporcionó un enfoque rentable para mejorar la resistencia de la lámina de capas de óxido conductor transparentes más delgadas.

Ejemplo 4

Usando FILM STAR, se probaron varios grosores de capa inferior para determinar qué grosores proporcionaron un color aceptable o neutro. Se usó un sustrato de vidrio que tenía una capa inferior y un óxido conductor transparente. La capa inferior tuvo una primera película y una segunda película. La primera película de capa inferior era estannato de zinc sobre el sustrato de vidrio, y la segunda película de capa inferior era una aleación de sílice-alúmina que tenía aproximadamente 85 por ciento en peso de sílice y 15 por ciento en peso de alúmina sobre la primera película de capa inferior. La capa de óxido conductor transparente sobre la segunda película de capa inferior era una capa de 170 nm de grosor de óxido de indio dopado con estaño ("ITO").

Primero, se determinó una resistencia de lámina deseada. Para este ejemplo, la resistencia de la lámina deseada fue aproximadamente entre 10 Ω/□ y 15 Ω/□. Para lograr esta resistencia laminar, se determinó que la capa de óxido conductor transparente debería tener aproximadamente 170 nm de grosor.

Usando FILM STAR, se ingresó el material y el grosor del vidrio y la capa transparente de óxido conductor. A continuación, se determinó el material para la primera película de capa inferior y la segunda película de capa inferior. Para este ejemplo, el primer material de película de capa inferior era estannato de zinc y el segundo material de película de capa inferior era una aleación de sílice-alúmina que

tenía 85 por ciento en peso de sílice y 15 por ciento en peso de alúmina. Los siguientes revestimientos fueron analizados por FILM STAR (ver Tabla 5 y Fig. 11). Los grosores de la primera capa inferior oscilaron primero entre 8 nm y 17 nm en las muestras, y los grosores de la segunda película de capa inferior oscilaron entre 27 nm y 35 nm.

Tabla 5: Muestras del ejemplo 4

Muestra	Grosor $ZnSnO_x$ (nm)	Grosor $SiAlO_x$ (nm)	ITO grosor (nm)	Color (a*,b*)
1	13	27	170	(-3.5,1.6)
2	13	28	170	(-2.9,1.1)
3	13	29	170	(-2.3,0.5)
4	13	30	170	(-1.8,-0.1)
5	13	31	170	(-1.2,-0.8)
6	13	32	170	(-0.7,-1.5)
7	13	33	170	(-0.1,-2.2)
8	13	34	170	(0.5,-2.9)
9	13	35	170	(1,-3.6)
10	8	31	170	(-5.3,-4)
11	9	31	170	(-4.6,-3.2)
12	10	31	170	(-3.8,-2.5)
13	11	31	170	(-3,-1.8)
14	12	31	170	(-2.1,-1.3)
15	13	31	170	(-1.2,-0.8)
16	14	31	170	(-0.3,-0.4)
17	15	31	170	(0.8,-0.2)
18	16	31	170	(1.8,0)
19	17	31	170	(2.9,0)

Como se muestra en la Fig. 11, se obtuvo un color neutro de a* b* de -1, -1 cuando la primera película de capa inferior tenía 13 nm de grosor y la segunda película de capa inferior tenía 31 nm de grosor. Los colores aceptables en los que el a* estaba entre -3 y 1, y el b* estaba entre -3 y 1 se obtuvo cuando la primera película

de capa inferior tenía entre 11 nm y 15 nm de grosor, y la segunda película de capa inferior tenía entre 29 nm y 33.5 nm de grosor.

Ejemplo 5

Usando FILM STAR, se probaron diferentes grosores de la capa de óxido conductor transparente para determinar los grosores apropiados para la capa inferior. En este ejemplo, los parámetros de FILM STAR incluyen un sustrato de vidrio recubierto con una capa inferior que tiene una primera película de capa inferior y una segunda película de capa inferior. La primera película de capa inferior era estannato de zinc y la segunda película de capa inferior era sílice. La capa de óxido conductor transparente sobre la segunda película de capa inferior era óxido de indio dopado con estaño ("ITO"). Una capa protectora de sílice estaba sobre la capa de ITO. La Tabla 6 y la Figura 12 muestran las muestras que fueron analizadas. La Tabla 6 muestra los valores que se ingresaron en FILM STAR para la capa ITO y la capa SiO_2. El resultado proporcionó grosores para las dos películas de capa inferior que proporcionarían un color -1, -1 (a* b*).

Tabla 6: Muestras para el ejemplo 5

Muestra	**ITO**	**SiO_2**
1	225 nm	30 nm
2	205 nm	30 nm
3	200 nm	30 nm
4	190 nm	30 nm
5	180 nm	30 nm
6	175 nm	30 nm
7	175 nm	45 nm
8	180 nm	45 nm
9	190 nm	45 nm
10	200 nm	45 nm
11	205 nm	45 nm
12	225 nm	45 nm

Estas muestras muestran que cuando la primera película de capa inferior debe tener al menos 10 nm de grosor y como máximo 15 nm de grosor y la segunda película de capa inferior debe tener al menos 28 nm de grosor y como máximo 36 nm de grosor para lograr un color de aproximadamente -1, - 1 (a* b*) cuando la capa de óxido conductor transparente tiene un grosor de entre 175 nm y 225 nm y el revestimiento protector tiene un grosor de 30 nm. Las muestras también muestran que la primera película de capa inferior debe tener al menos 11 nm de grosor y como máximo 14 nm de grosor, y la segunda película de capa inferior debe tener al menos 32 nm de grosor y como máximo 38 nm de grosor para lograr un color apropiado cuando sea transparente la capa conductora de óxido tiene un grosor de entre 175 nm y 225 nm, y la capa protectora tiene un grosor de 45 nm.

La figura 12 muestra los grosores ideales que darán como resultado un color -1, -1. Si bien se prefiere a -1, -1, otros colores son aceptables, como los colores encerrados en la figura 1 1 (es decir, a* entre -3 y 1, y b* entre -3 y 1).

Ejemplo 6

El efecto de una película embebida se probó a varias profundidades y grosores y se comparó con una capa de óxido conductor transparente sin una capa embebida. Se recubrió un sustrato de vidrio con una película de óxido conductor transparente inferior. La película de óxido conductor transparente inferior estaba hecha de óxido de indio dopado con estaño ("ITO") y tenía un grosor de 120 nm, 180 nm o 240 nm. Se aplicó una película embebida sobre la capa de óxido conductor transparente inferior. La película embebida tenía un grosor de 15 nm ó 30 nm y era una película de estannato de zinc. Se aplicó una película superior transparente de

óxido conductor sobre la película embebida. La película de óxido conductor superior transparente era ITO y tenía un grosor de 240 nm, 180 nm o 120 nm. El grosor combinado de las películas de óxido conductoras transparentes superiores e inferiores fue de 360 nm. Para un control, se aplicó óxido de ITO sobre el sustrato a un grosor de 360 nm, y no contenía una película embebida. Se midió la resistencia de la lámina y la transmisión a 550 nm para las muestras. Las muestras se enumeran en la Tabla 7, a continuación, y en la Fig. 13.

Tabla 7: Muestras del ejemplo 6

Muestra	ITO inferior	Zn_2SnO_4	ITO superior
A	120 nm	15 nm	240 nm
B	120 nm	30 nm	240 nm
C	180 nm	15 nm	180 nm
D	180 nm	30 nm	180 nm
E	240 nm	15 nm	240 nm
F	240 nm	30 nm	240 nm
G	360 nm	N/A	N/A

Como se muestra en la figura 13a, las muestras experimentales A-F tuvieron al menos un 35% de mejora en la resistencia de la lámina en comparación con el control, la muestra G. Las muestras A y B tuvieron al menos un 40% de mejora en la resistencia de la lámina en comparación con la muestra G. Muestras C y D tuvieron al menos una mejora del 35% en la resistencia de la lámina en comparación con la muestra G. Las muestras E y F tuvieron al menos una mejora del 37% en la resistencia de la lámina en comparación con la muestra G.

En base a estos datos, la película embebida, independientemente de su posición o grosor, disminuye de manera sorprendente y significativa la resistencia de la lámina de la capa de óxido conductor transparente.

Como se muestra en la Fig. 13b, las muestras E y F proporcionaron el mayor aumento en la transmisión. Se observó una pequeña mejora en las muestras A y B. Por lo tanto, al tener una diferencia de grosor entre la capa de óxido conductor transparente superior e inferior, se puede aumentar la cantidad de transmisión de luz. Además, fue sorprendente descubrir que si la capa superior transparente de óxido conductor es más delgada que la inferior, la capa embebida se coloca más cerca de la superficie de la parte superior de la capa transparente de óxido conductor en lugar de la parte inferior del óxido conductor transparente capa, hay un aumento mucho mayor en la transmisión. Por el contrario, si las capas de óxido conductor transparente superior e inferior son aproximadamente iguales, hay una disminución inesperada en la transmisión de luz.

La figura 13c muestra que la película embebida también impacta la cristalinidad del óxido conductor transparente. Al tener una película embebida, se puede ver a partir de estos datos XRD que la cristalinidad se mejora inesperadamente.

Ejemplo 7

En este ejemplo, se examinaron varias capas protectoras. Las capas protectoras se colocaron sobre un sustrato de vidrio. El artículo recubierto incluía un óxido conductor transparente de óxido de zinc dopado con aluminio entre el sustrato y la capa protectora. Uno no esperaría que la capa inferior, la capa funcional o la capa transparente de óxido conductor no afectara los resultados observados.

El sustrato de vidrio tenía diferentes capas protectoras. Las muestras 1 -3 tenían una capa protectora que comprendía una sola película. Se proporciona una lista de estas muestras en la Tabla 8.

Tabla 8: Pila de capa protectora

Muestra	Capa Protectora
1	Ninguna
2	SiAlO
3	TiAlO
4	ZrO_2

Las muestras 5-11 tenían una capa protectora que comprendía una primera película protectora y una segunda película protectora sobre la primera película protectora. Se proporciona una lista de estas muestras en la Tabla 9. La primera película está más cerca del sustrato que la segunda película, y la segunda película es la película más externa.

Tabla 9: Muestras de capa protectora con dos películas

Muestra	1a película	2a película
5	TiAlO	SiAlO
6	SiAlO	TiAlO
7	SnZnO	TiAlO
8	SnZnO	SiAlO
9	TiAlO	ZrO_2
10	SiAlO	ZrO_2
11	SnZnO	ZrO_2

Las muestras 12-15 tenían una capa protectora con tres películas. Se proporciona una lista de estas muestras en la Tabla 10. La primera película está más cerca del sustrato que la segunda o tercera película. En aras de la coherencia con las otras figuras y la descripción anterior, la segunda película protectora es la película

más externa, y la tercera película protectora se colocó entre la primera película y la tercera película.

Tabla 10: Muestras de capas protectoras con tres películas

Muestra	1a. película	3a película	2a. película
12	SnZnO	TiAlO	SiAlO
13	SnZnO	SiAlO	TiAlO
14	SnZnO	TiAlO	ZrO_2
15	SnZnO	SiAlO	ZrO_2
16	TiAlO	SiAlO	ZrO_2
17	SiAlO	TiAlO	ZrO_2
18	ZrO_2	TiAlO	SiAlO
19	ZrO_2	SiAlO	TiAlO
20	SiAlO	ZrO_2	TiAlO
21	TiAlO	ZrO_2	SiAlO

La durabilidad de estas muestras se probó utilizando la prueba de condensación ASTM Cleveland. Como se muestra en las Figs. 14 y 15, la película protectora que tenía TiAIO como la capa más externa tuvo el mejor rendimiento. Estas figuras muestran el dEcmc para las muestras 1 a 15 enumeradas en las Tablas 8-10.

Específicamente, la figura 14 indica que las muestras que tenían dos o tres películas protectoras en las que la película más externa era TiAIO tenían una durabilidad inesperadamente mejor. Específicamente, las muestras 6 (SiAIO/TiAIO), la muestra 7 (SnZn/TiAIO) y la muestra 13 (SnZn / SiAIO / TiAIO). La figura 15 demuestra además que las capas protectoras que tienen titania y alúmina como la capa más externa proporcionaron una durabilidad inesperadamente mayor. La figura 15, la muestra 19 (ZrO_2 / SiAIO / TiAIO) y la muestra 20 (SiAIO / ZrO_2 / TiAIO) muestran una durabilidad inesperadamente mejor en comparación con las otras muestras de capa protectora de tres películas (muestras 16, 17, 18 y 21).

Estos datos muestran un resultado inesperado de que una película protectora externa de titania-alúmina proporciona una mucho mejor durabilidad.

Ejemplo 8

Se analizaron varias muestras con óxidos conductores transparentes pulverizados en diversas atmósferas. Como se muestra en las Figs. 16-20, los sustratos de vidrio se revistieron con óxido de estaño dopado con indio ("ITO") u óxido de zinc dopado con aluminio ("AZO") mediante el método de deposición por vacío de pulverización catódica con magnetrón ("MSVD"). Las muestras de ITO se pulverizaron en una atmósfera que contenía 0%, 0,5%, 1%, 1.5% ó 2% de oxígeno y luego se trataron térmicamente, y las muestras de AZO se pulverizaron en una atmósfera que contenía 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% ó 6% de oxígeno y luego tratados térmicamente. El resto de la atmósfera era argón. Las muestras de ITO tenían un grosor de ITO de 225 nm, 175 nm o 150 nm, y las muestras de AZO tenían un grosor de 300 nm a 350 nm de AZO aplicado sobre el sustrato. Las muestras se analizaron para determinar su emisividad, absorbancia y/o resistencia de la lámina. (La emisividad es una medida de conductividad.) Estas muestras se trataron térmicamente colocando el artículo recubierto en un horno durante un período de tiempo para que la superficie transparente de óxido conductor de la muestra alcanzara al menos 435°F durante aproximadamente 30 segundos.

Al recubrir un artículo transparente con un óxido conductor transparente, se desea un artículo de baja absorbancia y baja resistencia de la lámina (que corresponde a la emisividad). La figura 16 muestra que a medida que se agrega oxígeno a la atmósfera, la absorción disminuye. Sin embargo, como se muestra en

la Fig. 17, la emisividad/resistencia de la lámina del artículo es más alta cuando hay 0% de oxígeno en la atmósfera. Usando las Figs. 16 y 17, el equilibrio ideal entre absorción y emisividad se obtiene cuando la atmósfera de pulverización tiene entre 0.75% y 1.25% de oxígeno en la atmósfera. Como muestra la Fig. 17, la resistencia laminar de un artículo tratado térmicamente recubierto con ITO es menor que los artículos no calentados recubiertos con un ITO si la atmósfera tiene menos del 2.0% de oxígeno. Hay un aumento significativo en la resistencia de la lámina cuando la atmósfera es 1.5% de oxígeno. En una extrapolación a partir de estos datos, se concluyó que la atmósfera en la cámara de revestimiento no debería tener más de 1.5% de oxígeno, preferiblemente no más de 1.25%. Para obtener una disminución de la absorción del artículo recubierto con ITO, la atmósfera debe contener al menos 0.5% de oxígeno, preferiblemente al menos 0.75% de oxígeno.

Ejemplo 9

Un sustrato de vidrio fue recubierto con una capa de óxido de zinc dopado con aluminio mediante un proceso de deposición por vacío de pulverización catódica con magnetrón ("MSVD"). El objetivo era un óxido de zinc dopado con aluminio cerámico, que contiene una cierta cantidad de oxígeno. Cuando se utiliza un proceso de MSVD para depositar un material como un óxido conductor transparente, el proceso hace que las materias primas cerámicas se disocian, lo que posiblemente haga que parte del oxígeno se escape. Para garantizar que el material depositado se oxida, a menudo se suministra oxígeno a la cámara de revestimiento junto con un gas inerte. En este ejemplo, el MSVD depositó el AZO en una cámara de revestimiento que tenía el contenido de oxígeno suministrado a la cámara que era 0%, 1%, 2%, 3%,

4%, 5% ó 6%. El resto de la atmósfera suministrada a la cámara de revestimiento era argón, sin embargo, se podía usar cualquier gas inerte. Se determinó la absorción normalizada del revestimiento. Como se muestra en la Fig. 18, la absorción normalizada a 550 nm fue mejor cuando se suministró 0% de oxígeno a la cámara de revestimiento. Era aceptable cuando se suministró 1% de oxígeno a la cámara de revestimiento. En base a los datos mostrados en la Fig. 18, se extrapolaría que menos del 0.5% de oxígeno en la cámara de revestimiento proporciona una absorción significativamente mejor que cuando se usa 1% de oxígeno.

Como se muestra en la Fig. 19, la absorción normalizada tiene una fuerte disminución de 0% de oxígeno a 1% de oxígeno, y una disminución mínima de 1% de oxígeno a 2% de oxígeno. Estos datos respaldan además la conclusión de que, por extrapolación, se concluiría que se suministra menos de 1% de oxígeno, menos de 0.5% de oxígeno, o menos de 0.25% de oxígeno, o menos de 0.1% de oxígeno, ó 0% de oxígeno a la cámara de revestimiento que proporciona la mejor absorción.

Ejemplo 10

Un problema con el calentamiento posterior a la deposición de un artículo recubierto es la cantidad de energía desperdiciada. Como se discutió anteriormente, el calentamiento posterior a la deposición de una capa de óxido conductor transparente ("TCO") proporciona un rendimiento mejorado a grosores más pequeños. Colocar un artículo recubierto en un horno que calienta todo el artículo desperdicia energía más allá de la temperatura necesaria para cristalizar la capa de TCO. Para determinar la temperatura de la superficie necesaria para mejorar el

rendimiento de una capa de óxido conductor transparente, se recubrió un sustrato de vidrio con óxido de estaño dopado con indio a 115 nm ó 171 nm de grosor. Las muestras tenían la superficie de la capa ITO calentada a las temperaturas enumeradas en las Tablas 11 y 12. Para el propósito de este experimento, las superficies se calentaron colocando todo el artículo recubierto en un horno, sin embargo, se podría utilizar una lámpara de destelleo como alternativa.

Después del calentamiento posterior a la deposición de la superficie, se midió la resistencia de la lámina de cada muestra (ver Fig. 21, y las Tablas 11 y 12). Los resultados muestran qué a aproximadamente 435°F, la capa alcanza su resistencia de lámina más baja. Además, calentar la superficie no proporciona ninguna reducción adicional en la resistencia de la lámina. Por lo tanto, para reducir la resistencia de la lámina de una capa de óxido conductor transparente, el calentamiento posterior a la deposición debe calentar la superficie de la capa de óxido conductor transparente por encima de 380°F, o al menos 435°F, entre 435°F y 806°F, entre 435°F y 635°F, o hasta 435°F.

Tabla 11: Muestras de ITO gruesas de 115 nm del Ejemplo 10

Temperatura Superficial Máxima (°F)	Resistencia de la lámina (Ω/□)
72	
200	69.7
300	67
317	68.9
350	65.3
380	62.6
435	21.2
635	22.4
806	18.9
878	18.9
968	17.9

Tabla 12: Muestras de ITO gruesas de 171 nm del Ejemplo 10

Temperatura Superficial Máxima (ºF)	Resistencia de la lámina (Ω/□)
Room Temperature	
200	52.3
300	52.3
317	43.9
350	49
380	43.5
435	15.3
635	16.5
806	14.1
878	14.1
968	12

La invención se describe adicionalmente en las siguientes cláusulas numeradas.

Cláusula 1: Un artículo recubierto que comprende un sustrato, una capa inferior sobre dicho sustrato, la capa inferior que comprende una primera película de capa inferior en la que la primera película de capa inferior comprende un material de alto índice de refracción y una segunda película de capa inferior sobre la primera capa en la que la segunda capa comprende un material de bajo índice de refracción y una capa de óxido conductor transparente sobre la capa inferior.

Cláusula 2: El artículo recubierto según la reivindicación 1, en el que el material de alto índice de refracción comprende óxido de zinc y óxido de estaño.

Cláusula 3: El artículo recubierto de las cláusulas 1 ó 2, en el que el material de bajo índice de refracción comprende sílice y alúmina.

Cláusula 4: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 3, en el que la película conductora transparente comprende óxido de indio dopado con estaño.

Cláusula 5: El recubrimiento de cualquiera de las cláusulas 1 a 4, en donde la capa de óxido conductor transparente tiene un grosor de al menos 75 nm, en particular al menos 90 nm, más particularmente al menos 100 nm, más particularmente al menos 125 nm, más particularmente al menos 150 nm, o más particularmente al menos 175 nm.

Cláusula 6: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 5, en donde la capa de óxido conductor transparente tiene un grosor de como máximo 350 nm, particularmente como máximo 300 nm, particularmente como máximo 275 nm, particularmente como máximo 250 nm, más particularmente a lo sumo 225 nm.

Cláusula 7: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 6 en el que el artículo recubierto tiene una resistencia laminar en el rango de 5 a 25 ohmios por cuadrado, particularmente 5 a 20 ohmios por cuadrado, más particularmente 8 a 18 ohmios por cuadrado, más particularmente 5 a 15 ohmios por cuadrado

Cláusula 8: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 7, en el que la primera película de capa inferior tiene un primer grosor de capa inferior y la segunda película de capa inferior tiene un segundo grosor de capa inferior para proporcionar al artículo recubierto un color que tiene un a* de al menos -9 y como máximo 1, particularmente al menos -4 y como máximo 0, más particularmente al menos -3 y como máximo 1, más particularmente al menos -1 .5 y como máximo -0.5, más particularmente -1; y b* de al menos -9 y como máximo 1, particularmente al menos -4 y como máximo 0, más particularmente al menos -3 y como máximo 1, más particularmente al menos -1.5 y como máximo -0.5, más particularmente -1.

Cláusula 9: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 8, en el que el material de alto índice de refracción comprende óxido de zinc.

Cláusula 10: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 9 que comprende además una capa protectora sobre la capa de óxido conductor transparente en la que la capa protectora comprende una primera película protectora y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora, en donde la segunda película protectora es una película más externa y la segunda película protectora comprende titania y alúmina.

Cláusula 11: El artículo recubierto de la cláusula 10 en donde la primera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la primera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 12: El artículo recubierto de las cláusulas 9 ó 10 en donde la segunda película protectora comprende 35 a 65 por ciento en peso de titania; particularmente 45 a 55 por ciento en peso de titania; más particularmente 50 por ciento en peso de titania.

Cláusula 13: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 10 a 12 en donde la segunda película protectora comprende 65 a 35 por ciento en peso de alúmina, particularmente 55 a 45 por ciento en peso de alúmina, más particularmente 50 por ciento en peso de alúmina.

Cláusula 14: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 10 a 13 que comprende además una tercera película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora y situada entre la primera película protectora y la

segunda película protectora, o entre la primera película protectora y el revestimiento funcional en el que la tercera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, zirconia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la tercera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 15: Un método para ajustar un color de sustrato recubierto que comprende: proporcionar un sustrato; identificar un óxido conductor transparente y un grosor de capa de óxido conductor transparente para una capa transparente de óxido conductor que proporcionará una resistencia de lámina de al menos 5 Ω/□ y no más de 25 Ω/□ (particularmente no más de 20 Ω/□, más particularmente no más de 18 Ω/□, identificando un primer material de capa inferior y un primer grosor de capa inferior para una primera película de capa inferior, y un segundo material de capa inferior y un segundo grosor de capa inferior que proporcionará el sustrato revestido que tiene el óxido conductor transparente en el conductor transparente grosor de capa un color que tiene un a* entre -9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, más particularmente entre -1 .5 y -0.5; y un b* entre - 9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, más particularmente entre -1 .5 y -0.5, aplicando la primera película de capa inferior que tiene el primer grosor de capa inferior se aplica sobre al menos una porción del sustrato te; aplicar la segunda película de capa inferior que tiene el grosor de la segunda capa inferior sobre al menos una porción de la primera película de capa inferior; y aplicar la capa de óxido conductor transparente sobre el óxido conductor transparente en el grosor de la capa conductora transparente sobre al menos una porción de la capa inferior.

Cláusula 16: El método de la cláusula 15 en el que el óxido conductor transparente es óxido de indio dopado con estaño.

Cláusula 17: El método de la cláusula 15 ó 16 en donde el grosor de la capa conductora transparente es de al menos 125 nm (particularmente al menos 150 nm, más particularmente al menos 175 nm) y no más de 950 nm (particularmente 500 nm, más particularmente 350 nm , más particularmente 225 nm).

Cláusula 18: El método de cualquiera de las cláusulas 15 a 17 en donde el primer material de la capa inferior comprende óxido de zinc y óxido de estaño.

Cláusula 19: El método de cualquiera de las cláusulas 15 a 18 en donde el grosor de la primera capa inferior es al menos 11 nm y no más de 15 nm.

Cláusula 20: El método de cualquiera de las cláusulas 15 a 19 en donde el segundo material de la capa inferior comprende sílice y alúmina.

Cláusula 21: El método de cualquiera de las cláusulas 15 a 20, en el que el grosor de la segunda capa inferior es de al menos 29 nm y no más de 34 nm.

Cláusula 22: El método de cualquiera de las cláusulas 15 a 21 que comprende además: aplicar una capa protectora sobre una porción de la capa transparente de óxido conductor en donde la capa protectora comprende una primera película protectora y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora, en donde la segunda película protectora es una película más externa y la segunda película protectora comprende titania y alúmina.

Cláusula 23: El método de la cláusula 22 en donde la primera película protectora comprende: titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice

o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la primera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 24: El método de las cláusulas 22 ó 23 en donde la segunda película protectora comprende 35 a 65 por ciento en peso de titania; particularmente 45 a 55 por ciento en peso de titania; más particularmente 50 por ciento en peso de titania.

Cláusula 25: El método de cualquiera de las cláusulas 22 a 25 en el que la segunda película protectora comprende 65 a 35 por ciento en peso de alúmina, particularmente 55 a 45 por ciento en peso de alúmina, más particularmente 50 por ciento en peso de alúmina.

Cláusula 26: El método de cualquiera de las cláusulas 22 a 25 que comprende además una tercera película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora y situada entre la primera película protectora y la segunda película protectora, o entre la primera película protectora y el revestimiento funcional en el que la tercera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, zirconia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la tercera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 27: Un artículo recubierto que comprende un sustrato, una capa inferior sobre al menos una parte del sustrato y una capa de óxido conductor transparente sobre al menos una parte de la capa inferior. La capa inferior tiene una primera película de capa inferior y una segunda película opcional de capa inferior. La primera película de capa inferior comprende un primer material de alto índice de refracción. La segunda película opcional de subcapa comprende un material de bajo índice de refracción. El primer material de alto índice de refracción tiene un índice de

refracción que es más alto que el material de bajo índice de refracción. La capa de óxido conductor transparente tiene una película embebida dentro de la capa de óxido conductor transparente. La película embebida comprende un segundo material de alto índice de refracción. El segundo material de alto índice de refracción tiene un índice de refracción que es más alto que el material de bajo índice de refracción.

Cláusula 28: El artículo recubierto según la cláusula 27 en el que la película embebida tiene un grosor de 5 nm a 50 nm, particularmente de 10 nm a 40 nm, más particularmente de 15 nm a 30 nm.

Cláusula 29: El artículo recubierto según la cláusula 27 ó 29 en el que el segundo material de alto índice de refracción comprende óxido de estaño y óxido de zinc.

Cláusula 30: El artículo recubierto de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 27 a 29 en el que la película embebida se coloca más cerca de la parte superior de la capa de óxido conductor transparente.

Cláusula 31: El artículo recubierto de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 27 a 29 en el que la película embebida se coloca más cerca del fondo de la capa de óxido conductor transparente.

Cláusula 32: El artículo recubierto de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 27 a 29 en el que la película embebida se coloca aproximadamente en el centro de la capa de óxido conductor transparente.

Cláusula 33: El artículo recubierto según cualquiera de las cláusulas 27 a 32 en donde la capa de óxido conductor transparente se selecciona del grupo que consiste en óxido de zinc dopado con galio ("GZO"), óxido de zinc dopado con

aluminio ("AZO"), óxido de zinc dopado con indio ("IZO") óxido de zinc dopado con magnesio ("MZO"), u óxido de indio dopado con estaño ("ITO"), particularmente GZO, AZO e ITO, más particularmente ITO.

Cláusula 34: El artículo recubierto según cualquiera de las cláusulas 27 a 33, en donde el material de alto índice de refracción comprende óxido de zinc y óxido de estaño.

Cláusula 35: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 27 a 34, en donde el material de bajo índice de refracción comprende sílice y alúmina.

Cláusula 36: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 27 a 35, en donde la capa de óxido conductor transparente tiene un grosor de al menos 75 nm, más particularmente al menos 90 nm, más particularmente al menos 100 nm, más particularmente al menos 125 nm, más particularmente al menos 150 nm, más particularmente al menos 175 nm, o más particularmente al menos 320 nm.

Cláusula 37: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 27 a 34, en donde la capa de óxido conductor transparente tiene un grosor de como máximo 950 nm, particularmente como máximo 550 nm, más particularmente como máximo 480 nm, más particularmente como máximo 350 nm, más particularmente como máximo 300 nm, más particularmente como máximo 275 nm, más particularmente como máximo 250 nm, más particularmente como máximo 225 nm.

Cláusula 38: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 27 a 37 en donde el artículo recubierto tiene una resistencia laminar en el rango de 5 a 20 ohmios por cuadrado, particularmente de 8 a 18 ohmios por cuadrado, más particularmente de 5 a 15 ohmios por cuadrado.

Cláusula 39: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 27 a 38, en donde la primera película de capa inferior tiene un primer grosor de capa inferior, la segunda película de capa inferior tiene un segundo grosor de capa inferior y la película embebida tiene un grosor de película embebida para proporcionar el artículo recubierto con un color que tiene una a* de al menos -9 y como máximo 1, particularmente al menos -4 y como máximo 0, más particularmente al menos -3 y como máximo 1, más particularmente al menos -1.5 y como máximo -0.5, más particularmente - 1; y un b* de al menos -9 y como máximo 1, particularmente al menos -4 y como máximo 0, más particularmente al menos -3 y como máximo 1, más particularmente al menos -1.5 y como máximo - 0.5, más particularmente -1.

Cláusula 40: El artículo recubierto de la cláusula 39 en el que el grosor de la primera película de capa inferior está entre 11 nm y 15 nm, y/o el grosor de la segunda capa de película inferior está entre 29 nm y 34 nm.

Cláusula 41: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 27 a 40 que comprende además: una capa protectora sobre la capa de óxido conductor transparente, en donde la capa protectora comprende una primera película protectora y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora, en donde la segunda película protectora es una película más externa y la segunda película protectora comprende titania y alúmina.

Cláusula 42: El artículo recubierto de la cláusula 41 en donde la primera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la primera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 43: El artículo recubierto de la cláusula 41 ó 42 en donde la segunda película protectora comprende 35 a 65 por ciento en peso de titania; particularmente 45 a 55 por ciento en peso de titania; más particularmente 50 por ciento en peso de titania.

Cláusula 44: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 40 a 43 en donde la segunda película protectora comprende 65 a 35 por ciento en peso de alúmina, particularmente 55 a 45 por ciento en peso de alúmina, más particularmente 50 por ciento en peso de alúmina.

Cláusula 45: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 40 a 44 que comprende además: una tercera película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora y situada entre la primera película protectora y la segunda película protectora, o entre la primera película protectora y el revestimiento funcional en el que la tercera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, zirconia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la tercera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 46: Un método para ajustar el color de un artículo recubierto. El método incluye aplicar una primera película de capa inferior sobre al menos una porción de un sustrato. La primera película de capa inferior comprende un primer material de alto índice de refracción. Opcionalmente, una segunda película de capa inferior comprende un material de bajo índice de refracción aplicado sobre al menos una porción de la primera película de capa inferior. El primer material de alto índice de refracción tiene un índice de refracción que es más alto que el material de bajo índice de refracción. Se aplica una primera película de óxido conductor transparente

sobre al menos una porción de la primera película de capa inferior o la segunda película opcional de capa inferior. Se aplica una película embebida sobre al menos una porción de la primera capa de óxido conductor transparente. La película embebida comprende un segundo material de alto índice de refracción. El segundo material de alto índice de refracción tiene un índice de refracción que es más alto que el material de bajo índice de refracción. Se aplica una segunda película de óxido conductor transparente sobre al menos una porción de la película embebida.

Cláusula 47: El método de acuerdo con la cláusula 46 en donde la película embebida tiene un grosor de 5 nm a 50 nm, particularmente de 10 nm a 40 nm, más particularmente de 15 nm a 30 nm.

Cláusula 48: El método de acuerdo con la cláusula 46 ó 47 en donde el segundo material de alto índice de refracción comprende óxido de estaño y óxido de zinc.

Cláusula 49: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 46 a 47 en donde la película embebida se coloca más cerca de la parte superior de la capa de óxido conductor transparente.

Cláusula 50: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 46 a 47 en donde la película embebida se coloca más cerca del fondo de la capa de óxido conductor transparente.

Cláusula 51: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 46 a 47 en donde la película embebida se coloca en aproximadamente la parte media de la capa de óxido conductor transparente.

Cláusula 52: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 46 a 51 en donde la primera película de óxido conductor transparente y/o la segunda película de óxido conductor transparente se selecciona del grupo que consiste en óxido de zinc dopado con galio ("GZO"), óxido de zinc dopado con aluminio ("AZO"), óxido de zinc dopado con indio ("IZO") óxido de zinc dopado con magnesio ("MZO") u óxido de indio dopado con estaño ("ITO"), particularmente GZO, AZO e ITO, más particularmente ITO.

Cláusula 53: El método según cualquiera de las cláusulas 46 a 52, en donde el material de alto índice de refracción comprende óxido de zinc y óxido de estaño.

Cláusula 54: El método de cualquiera de las cláusulas 46 a 53, en donde el material de bajo índice de refracción comprende sílice y alúmina.

Cláusula 55: El método de cualquiera de las cláusulas 46 a 55, en donde la primera capa transparente de óxido conductor y/o la segunda capa transparente de óxido conductor tiene un grosor de al menos 80 nm, o particularmente al menos 120 nm, más particularmente al menos 180 nm, más particularmente al menos 240 nm o más particularmente al menos 360 nm.

Cláusula 56: El método de cualquiera de las cláusulas 46 a 55, en donde la primera capa de óxido conductor transparente y/o la segunda capa de óxido conductor transparente tiene un grosor de 400 nm como máximo, particularmente como máximo 360 nm, más particularmente como máximo 240 nm, más particularmente como máximo 180 nm, más particularmente como máximo 120 nm o más particularmente como máximo 80 nm.

Cláusula 57: El método de cualquiera de las cláusulas 46 a 56 en donde el artículo recubierto tiene una resistencia laminar en el rango de 5 a 25 ohmios por cuadrado, particularmente 5 a 20 ohmios por cuadrado, más particularmente 5 a 18 ohmios por cuadrado.

Cláusula 58: El método de cualquiera de las cláusulas 46 a 57, en donde la primera película de capa inferior tiene un primer grosor de capa inferior, la segunda película de capa inferior tiene un segundo grosor de capa inferior y la película embebida tiene un grosor de película embebida para proporcionar al artículo recubierto un color con una a* de al menos -9 y como máximo 1, particularmente al menos -4 y como máximo 0, más particularmente al menos -3 y como máximo 1, más particularmente al menos -1.5 y como máximo - 0,5, más particularmente -1; y una b* de al menos -9 y como máximo 1, particularmente al menos -4 y como máximo 0, más particularmente al menos -3 y como máximo 1, más particularmente al menos -1.5 y como máximo -0.5, más particularmente -1.

Cláusula 59: El método de cualquiera de las cláusulas 46 a 58 en donde el grosor de la película de la primera capa inferior está entre 11 nm y 15 nm, y/o el grosor de la película de la segunda capa inferior está entre 29 nm y 34 nm.

Cláusula 60: el método de cualquiera de las cláusulas 46 a 59 que comprende además: aplicar una capa protectora sobre la capa transparente de óxido conductor en la que la capa protectora comprende una primera película protectora y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora, en donde la segunda película protectora es una película más externa y la segunda película protectora comprende titania y alúmina.

Cláusula 61: El método de la cláusula 60 en donde la primera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la primera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 62: El método de la cláusula 60 ó 61 en donde la segunda película protectora comprende 35 a 65 por ciento en peso de titania; particularmente 45 a 55 por ciento en peso de titania; más particularmente 50 por ciento en peso de titania.

Cláusula 63: El método de cualquiera de las cláusulas 60 a 62 en donde la segunda película protectora comprende 65 a 35 por ciento en peso de alúmina, particularmente 55 a 45 por ciento en peso de alúmina, más particularmente 50 por ciento en peso de alúmina.

Cláusula 64: El método de cualquiera de las cláusulas 60 a 63 que comprende además una tercera película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora y situada entre la primera película protectora y la segunda película protectora, o entre la primera película protectora y el revestimiento funcional en el que la tercera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, zirconia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la tercera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 65: El método de cualquiera de las cláusulas 47 a 64 en donde la primera película transparente de óxido conductor y la segunda película transparente de óxido conductor contienen un óxido metálico idéntico.

Cláusula 66: Un artículo recubierto que comprende un sustrato, una capa inferior sobre al menos una porción del sustrato. La capa inferior tiene una primera

película de capa inferior y una segunda película de capa inferior. La primera película de capa inferior comprende un primer material de alto índice de refracción. La segunda película de capa inferior comprende un material de bajo índice de refracción. El primer material de alto índice de refracción tiene un índice de refracción que es más alto que el material de bajo índice de refracción. Una primera película de óxido conductor transparente está sobre al menos una porción de la segunda película de capa inferior. Una película embebida está sobre al menos una porción de la primera película de óxido conductor transparente. La película embebida comprende un segundo material de alto índice de refracción. El segundo material de alto índice de refracción tiene un índice de refracción que es más alto que el material de bajo índice de refracción. Una segunda película de óxido conductor transparente está sobre al menos una porción de la película embebida.

Cláusula 67: El artículo recubierto según la cláusula 66 en donde la película embebida tiene un grosor de 5 nm a 50 nm, particularmente de 10 nm a 40 nm, más particularmente de 15 nm a 30 nm.

Cláusula 68: El artículo recubierto según la cláusula 66 ó 67 en donde el segundo material de alto índice de refracción comprende óxido de estaño y óxido de zinc.

Cláusula 69: El artículo recubierto según cualquiera de las cláusulas 66 a 68 en donde la primera película de óxido conductor transparente es más gruesa que la segunda película de óxido conductor transparente.

Cláusula 70: El artículo recubierto de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 66 a 68 en donde la primera película de óxido conductor transparente es más delgada que la segunda película de óxido conductor transparente.

Cláusula 71: El artículo recubierto de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 66 a 68 en donde la primera película transparente de óxido conductor es aproximadamente del mismo grosor que la segunda película transparente de óxido conductor.

Cláusula 72: El artículo recubierto de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 66 a 71 en donde la primera película de óxido conductor transparente y/o la segunda película de óxido conductor transparente se selecciona del grupo que consiste en óxido de zinc dopado con galio ("GZO"), óxido de zinc dopado con aluminio ("AZO"), óxido de zinc dopado con indio ("IZO"), óxido de zinc dopado con magnesio ("MZO") u óxido de indio dopado con estaño ("ITO"), particularmente GZO, AZO e ITO, más particularmente ITO.

Cláusula 73: El artículo recubierto según cualquiera de las cláusulas 66 a 72, en donde el material de alto índice de refracción comprende óxido de zinc y óxido de estaño.

Cláusula 74: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 66 a 73, en donde el material de bajo índice de refracción comprende sílice y alúmina.

Cláusula 75: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 66 a 74, en donde la capa de óxido conductor transparente tiene un grosor de como máximo 950 nm, particularmente como máximo 550 nm, más particularmente como máximo 360 nm.

Cláusula 76: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 66 a 75 en donde el artículo recubierto tiene una resistencia laminar en el rango de 5 a 20 ohmios por cuadrado, particularmente 8 a 18 ohmios por cuadrado, más particularmente 5 a 15 ohmios por cuadrado.

Cláusula 77: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 66 a 80, en donde la primera película de capa inferior tiene un primer grosor de capa inferior, la segunda película de capa inferior tiene un segundo grosor de capa inferior y la película embebida tiene un grosor de película embebida para proporcionar el artículo recubierto con un color que tiene una a* de al menos -9 y como máximo 1, particularmente al menos -4 y como máximo 0, más particularmente al menos -3 y como máximo 1, más particularmente al menos -1 .5 y como máximo -0.5, más particularmente - 1; y una b* de al menos -9 y como máximo 1, particularmente al menos -4 y como máximo 0, más particularmente al menos -3 y como máximo 1, más particularmente al menos -1 .5 y como máximo - 0.5, más particularmente -1.

Cláusula 78: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 76 a 77 en donde el grosor de la primera película de capa inferior está entre 11 nm y 15 nm, y/o el grosor de la segunda capa de película inferior está entre 29 nm y 34 nm.

Cláusula 79: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 66 a 78 que comprende además una capa protectora sobre la capa transparente de óxido conductor en la que la capa protectora comprende una primera película protectora y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora, en donde la segunda película protectora es una película más externa y la segunda película protectora comprende titania y alúmina.

Cláusula 80: El artículo recubierto de la cláusula 79 en donde la primera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la primera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 81: El artículo recubierto de las cláusulas 79 u 80 en donde la segunda película protectora comprende 35 a 65 por ciento en peso de titania; particularmente 45 a 55 por ciento en peso de titania; más particularmente 50 por ciento en peso de titania.

Cláusula 82: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 79 a 81 en donde la segunda película protectora comprende 65 a 35 por ciento en peso de alúmina, particularmente 55 a 45 por ciento en peso de alúmina, más particularmente 50 por ciento en peso de alúmina.

Cláusula 83: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 79 a 82 que comprende además: una tercera película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora y situada entre la primera película protectora y la segunda película protectora, o entre la primera película protectora y el revestimiento funcional en donde la tercera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, zirconia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la tercera película protectora no comprende una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 84: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 66 a 83, en donde la primera capa transparente de óxido conductor y/o la segunda capa transparente de óxido conductor tiene un grosor de como máximo 400 nm, particularmente como máximo 360 nm, más particularmente como máximo 240 nm,

más particularmente como máximo 180 nm, más particularmente como máximo 120 nm o más particularmente como máximo 80 nm.

Cláusula 85: Un artículo recubierto que comprende un sustrato, una capa funcional sobre al menos una porción del sustrato, una primera película protectora sobre al menos una porción de la capa funcional y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera protección película. La segunda película protectora comprende titania y alúmina, y es la película más externa.

Cláusula 86: El artículo recubierto de la cláusula 85 en donde la primera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos.

Cláusula 87: El artículo recubierto de las cláusulas 85 u 86 en donde la segunda película protectora comprende 35 a 65 por ciento en peso de titania, particularmente 45 a 55 por ciento en peso de titania, más particularmente 50 por ciento en peso de titania.

Cláusula 88: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 85 a 87 en donde que la segunda película protectora comprende 65 a 35 por ciento en peso de sílice, particularmente 55 a 45 porcentaje en peso de sílice, más particularmente 50 por ciento en peso de sílice.

Cláusula 89: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 85 a 88 en donde la primera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la primera película protectora no incluye una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 90: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 85 a 89 en donde la capa funcional comprende una capa de óxido conductor transparente que se selecciona del grupo que consiste en óxido de zinc dopado con aluminio, óxido de zinc dopado con galio y óxido de indio dopado con estaño, particularmente óxido de indio dopado con estaño.

Cláusula 91: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas de 85 a 90 en donde la capa funcional comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en plata, oro, paladio, cobre o mezclas de los mismos, particularmente plata.

Cláusula 92: el artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas de 85 a 91 que comprende además: una tercera película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora y entre la primera película protectora y la segunda película protectora, o entre la primera película protectora y el revestimiento funcional.

Cláusula 93: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 85 a 91 en el que la tercera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la tercera película protectora no incluye una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 94: Un método para proteger una capa funcional que comprende: proporcionar un artículo recubierto con una capa funcional, aplicar una primera película protectora sobre al menos una porción del revestimiento funcional; y aplicar una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora, en donde la segunda película protectora comprende titania y alúmina.

Cláusula 95: El método de la cláusula 94 en donde la primera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos.

Cláusula 96: El método de la cláusula 94 ó 95 en donde la segunda película protectora comprende 35 a 65 por ciento en peso de titania, particularmente 45 a 55 por ciento en peso de titania, más particularmente 50 por ciento en peso de titania.

Cláusula 97: El método de cualquiera de las cláusulas 94 a 99 en donde la segunda película protectora comprende 65 a 35 por ciento en peso de sílice, particularmente 55 a 45 porcentaje en peso de sílice, más particularmente 50 por ciento en peso de sílice.

Cláusula 98: El método de cualquiera de las cláusulas 94 a 97 en donde la primera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la primera película protectora no incluye una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 99: El método de cualquiera de las cláusulas 94 a 98 en donde la capa funcional comprende una capa de óxido conductor transparente que se selecciona del grupo que consiste en óxido de zinc dopado con aluminio, óxido de zinc dopado con galio y óxido de indio dopado con estaño, particularmente óxido de indio dopado con estaño.

Cláusula 100: El método de cualquiera de las cláusulas de 94 a 99 en donde la capa funcional comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en plata, oro, paladio, cobre o mezclas de los mismos, particularmente plata.

Cláusula 101: El método de cualquiera de las cláusulas de 94 a 100 que comprende además: una tercera película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora y entre la primera película protectora y la segunda película protectora, o entre la primera película protectora y el revestimiento funcional.

Cláusula 102: El método de cualquiera de las cláusulas 94 a 101 en donde la tercera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos. Opcionalmente, la tercera película protectora no incluye una mezcla de titania y alúmina.

Cláusula 103: Un método para reducir la absorción de una capa de óxido conductor transparente, reducir la emisividad de un artículo recubierto y/o reducir la absorbancia de un artículo recubierto que comprende: proporcionar un sustrato; aplicar una capa de óxido conductor transparente y tratar térmicamente el artículo recubierto que comprende la capa de óxido conductor transparente en una atmósfera que comprende entre 0% y 1.0% de oxígeno, particularmente entre 0.% de oxígeno y 0.5% de oxígeno.

Cláusula 104: El método según la cláusula 103 en donde la capa de óxido conductor transparente comprende óxido de estaño dopado con indio ("ITO") u óxido de zinc dopado con aluminio ("AZO").

Cláusula 105: El método según las cláusulas 103 ó 104 en donde la capa de óxido conductor transparente tiene un grosor de al menos 125 nm, particularmente al menos 150 nm, más particularmente al menos 175 nm, y como máximo 450 nm, como máximo 400 nm, como máximo 350 nm, como máximo 300 nm, como máximo 250 nm o como máximo 250 nm.

Cláusula 106: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas de 103 a 105 en donde la capa de óxido conductor transparente comprende óxido de estaño dopado con indio ("ITO"), y en donde la atmósfera comprende entre 0.75% y 1.25% de oxígeno.

Cláusula 107: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 103 a 106 en donde la capa de óxido conductor transparente comprende un grosor de al menos 95 nm y como máximo 225 nm.

Cláusula 108: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 103 a 107 en donde la capa de óxido conductor transparente comprende óxido de zinc dopado con aluminio ("AZO") y en donde la atmósfera comprende entre 0% y 0.5% de oxígeno, particularmente entre 0% y 0.25 % de oxígeno, más particularmente entre 0% de volumen y 0.1% de volumen de oxígeno, o más particularmente 0% de volumen de oxígeno.

Cláusula 109: El método según la cláusula 108 en el que la capa de óxido conductor transparente comprende un grosor de al menos 225 nm y como máximo 440 nm.

Cláusula 110: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 103 a 109 que comprende además: aplicar un revestimiento funcional sobre al menos una porción del sustrato en donde el revestimiento funcional se coloca entre el sustrato y la capa de óxido conductor transparente.

Cláusula 111: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 103 a 110 que comprende además: aplicar una primera película protectora sobre al menos una porción de la capa de óxido conductor transparente, en donde la primera película

protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, estaño óxido, zirconia, sílice o mezclas de los mismos, y una segunda película protectora sobre al menos una porción de la primera película protectora, en donde la segunda película protectora comprende titania y alúmina, la segunda película protectora es una película más externa.

Cláusula 112: Un método para reducir la resistencia de una lámina de un artículo recubierto que comprende: aplicar un revestimiento a un sustrato en el que el revestimiento comprende una capa de óxido conductor transparente a temperatura ambiente; y calentar una superficie superior de la capa de óxido conductor transparente a más de 380°F o al menos 435°F durante al menos 5 segundos, al menos 10 segundos, al menos 30 segundos, y no más de 120 segundos, 90 segundos, 60 segundos , 55 segundos, 50 segundos, 45 segundos, 40 segundos ó 35 segundos.

Cláusula 113: El método de acuerdo con la cláusula 112 en el que la etapa de calentamiento es el recocido instantáneo.

Cláusula 114: El método de acuerdo con la cláusula 112 ó 113 en donde la capa de óxido conductor transparente es al menos 125 nm y como máximo nm a 950 nm.

Cláusula 115: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 114 en donde la capa de óxido conductor transparente comprende óxido de indio dopado con estaño, de por lo menos 105 nm y como máximo 171 nm, y en donde la resistencia de la lámina del artículo recubierto después de la etapa de procesamiento es inferior a 20 Ω/□.

Cláusula 116: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 115, en donde la capa de óxido conductor transparente comprende óxido de zinc dopado con galio que tiene un grosor de al menos 320 nm y como máximo 480 nm y en donde la resistencia de la lámina de El artículo recubierto después de la etapa de procesamiento es inferior a 20 Ω/□.

Cláusula 117: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 116, en donde la capa de óxido conductor transparente comprende óxido dopado con alúmina que tiene un grosor de al menos 344 nm y como máximo 880 nm, y en donde la resistencia de la lámina de El artículo recubierto después de la etapa de procesamiento es inferior a 20 Ω/□.

Cláusula 118: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 117, en el que la aplicación de la etapa de revestimiento comprende un proceso de deposición por vacío pulverizado con magnetrón.

Cláusula 119: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 118, en donde la aplicación de la etapa de revestimiento no utiliza calor radiante.

Cláusula 120: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 119 comprende además: aplicar una primera película protectora sobre al menos una porción de capa de óxido conductor transparente, en donde la primera película protectora comprende titania, alúmina, óxido de zinc, óxido de estaño, circonia, sílice o mezclas de los mismos, y aplicar una segunda película protectora sobre al menos una porción de la capa de óxido conductor transparente, en donde la segunda película protectora comprende titania y alúmina, y en donde la aplicación de la

primera película protectora y la aplicación de la segunda película protectora ocurre antes o después de la etapa de procesamiento.

Cláusula 121: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 120, en donde la etapa de calentamiento no eleva la superficie superior del óxido conductor transparente por encima de 635°F.

Cláusula 122: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 121, en donde el sustrato es vidrio y el óxido conductor transparente tiene una absorción no mayor a 0.3.

Cláusula 123: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 122, en donde el sustrato es de vidrio y el óxido conductor transparente tiene una absorción al menos tan alta como 0.05.

Cláusula 124: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 123, en donde el artículo recubierto es una puerta de refrigerador.

Cláusula 125: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 124, en donde la etapa de aplicación se realiza en una atmósfera que tiene un contenido de oxígeno suministrado a la atmósfera de entre 0% y 1.5%.

Cláusula 126: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 112 a 125, en donde el sustrato es de vidrio y el óxido conductor transparente tiene una absorción no mayor que 0.2 y al menos tan alta como 0.05.

Cláusula 127: Un método para hacer un artículo recubierto que comprende: aplicar una capa transparente de óxido conductor sobre un sustrato, elevar una superficie superior del óxido conductor transparente por encima de 380°F, o al menos 435°F y no elevar la superficie superior del óxido conductor transparente por encima

de 806°F (o particularmente 635°F) durante al menos 5 segundos, al menos 10 segundos, al menos 15 segundos, al menos 20 segundos, al menos 25 segundos, al menos 30 segundos y no más de 120 segundos, 90 segundos, 60 segundos, 55 segundos, 50 segundos, 45 segundos, 40 segundos o 35 segundos.

Cláusula 128: El método según la cláusula 127 que además comprende: no calentar el artículo recubierto por encima de 635°F.

Cláusula 129: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 127 a 128, en el que la capa de óxido conductor transparente comprende óxido de indio dopado con estaño que tiene un grosor de al menos 96 nm y como máximo 171 nm y una resistencia de lámina de 25 Ω/□.

Cláusula 130: El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 127 a 129 que comprende además: aplicar una capa protectora sobre el óxido conductor transparente en el que la capa protectora comprende titania y alúmina.

Cláusula 131: Un sustrato recubierto que tiene un a* entre -9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, más particularmente entre -1 .5 y -0.5; y una b* entre -9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, más particularmente entre -1.5 y -0.5 realizado por el método descrito en cualquiera de las cláusulas 15 a 26 .

Cláusula 132: Un sustrato revestido que tiene una a* entre -9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, más particularmente entre -1.5 y -0.5; y un b* entre -9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, más particularmente entre -1.5 y -0.5 hecho por el método descrito en cualquiera de las cláusulas 46 a 65.

Cláusula 133: Un artículo recubierto hecho por el método descrito en cualquiera de las cláusulas 103 a 111.

Cláusula 134: Un artículo recubierto hecho por el método descrito en cualquiera de las cláusulas 112 a 126.

Cláusula 135: un artículo recubierto hecho por el método descrito en cualquiera de las cláusulas 127 a 130.

Cláusula 136: El uso de la subcapa de cualquiera de las cláusulas 1 a 14 ó 27 a 45 para proporcionar una a* entre -9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, más particularmente entre -1.5 y -0.5; y una b* entre -9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, o más particularmente entre -1.5 y -0.5.

Cláusula 137: El uso de la primera película de capa inferior y la segunda película de capa inferior de cualquiera de las cláusulas 15 a 26 ó 46 a 65 para proporcionar una a* entre -9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, más particularmente entre -1.5 y -0.5; y una b* entre -9 y 1, particularmente entre -4 y 0, más particularmente entre -3 y 1, o más particularmente entre -1.5 y -0.5.

Cláusula 138: El uso de la película embebida de cualquiera de las cláusulas 27 a 65 para disminuir la resistencia de la lámina.

Cláusula 139: El uso de la capa protectora de cualquiera de las cláusulas 85 a 93 para aumentar la durabilidad del revestimiento sobre el sustrato.

Cláusula 140: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 85 a 91, en donde la capa protectora tiene un grosor de al menos 20 nm, 40 nm, 60 nm u 80 nm,

100 nm ó 120 nm; y como máximo 275 nm, 255 nm, 240 nm, 170 nm, 150 nm, 125 nm o 100 nm.

Cláusula 141: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 85 a 91 ó 140 en donde la primera película protectora puede tener un grosor de al menos 10 nm, al menos 15 nm, al menos 20 nm, al menos 27 nm, al menos 30 nm al menos 35 nm, al menos 40 nm, al menos 54 nm, al menos 72 nm; y como máximo 85 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 45 nm ó 30 nm.

Cláusula 142: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 85 a 91, 140 ó 141 en donde la segunda película protectora puede tener un grosor de al menos 10 nm, al menos 15 nm, al menos 20 nm, al menos 27 nm, al menos 35 nm, al menos 40 nm, al menos 54 nm, al menos 72 nm; y como máximo 85 nm, 70 nm, 60 nm, 50 nm, 40 nm 45 nm, 30 nm.

Cláusula 143: El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 85 a 91, ó 140 a 142 en donde la tercera película protectora opcional puede tener un grosor de al menos 5 nm, al menos 10 nm, al menos 15 nm al menos 27 nm, al menos 35 nm, al menos 40 nm, al menos 54 nm, al menos 72 nm; y como máximo 85 nm, 70 nm, 60 nm 50 nm, 45 nm, 30 nm o como máximo 30.