

RECUBRIMIENTO DE CONTROL SOLAR CON GANANCIA DE CALOR SOLAR MEJORADA

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica prioridad sobre la Solicitud Provisional de los Estados Unidos No. 63/613,084, presentada el 21 de diciembre de 2023, y la Solicitud de Patente de los Estados Unidos No. 18/985,246, presentada el 18 de diciembre de 2024, cuyas divulgaciones se incorporan por referencia en su totalidad.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

Esta invención se refiere en general a artículos recubiertos y transparencias recubiertas que tienen un recubrimiento funcional, donde el recubrimiento funcional proporciona una unidad de vidrio aislante de referencia (IGU) coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de menos o igual a 0.38.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los recubrimientos de control solar bloquean o filtran determinados rangos de radiación electromagnética, normalmente radiación en la región infrarroja y/o ultravioleta del espectro electromagnético. Estos recubrimientos de control solar se colocan sobre transparencias, como ventanas, para reducir la cantidad de determinados rangos de energía solar que entra en un edificio. Esto reduce la acumulación de calor en el interior del edificio.

El coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) es una medida de la eficacia con la que el recubrimiento de control solar bloquea el calor solar. Cuanto menor sea el SHGC, mayor será el bloqueo del calor solar, es decir., menor será la acumulación de calor solar en el interior del edificio. La relación luz/ganancia solar (LSG) es la relación entre la transmitancia de la luz visible dividida por la SHGC. El coeficiente global de transferencia de calor (Factor U) es una medida de la pérdida de calor, por ejemplo, a través de la ventana. Cuanto menor sea el factor U, menor será la transferencia de calor a través de la ventana, es decir, mayor será el nivel de aislamiento de la ventana.

Aunque los recubrimientos de control solar ofrecen buenas propiedades de aislamiento solar, sería útil mejorar las propiedades de control solar de estos recubrimientos. Por ejemplo, sería útil disminuir el SHGC. Para disminuir el SHGC, podrían aumentarse los espesores de las capas metálicas reflectantes de infrarrojos del recubrimiento de control solar. Sin embargo,

esto también haría que el recubrimiento de control solar fuera más reflectante de la luz visible. Los consumidores prefieren transparencias con alta transmisión de luz visible pero baja reflectancia de luz visible (reflectancia de luz visible tanto interior como exterior). Además, el aumento de los espesores de las capas metálicas reflectantes de infrarrojos aumenta la sensibilidad del recubrimiento de control solar a las variaciones aleatorias o sistemáticas de los espesores de las películas que componen el recubrimiento. Esto puede alterar o influir negativamente en el rendimiento del recubrimiento o en su estética. Además, el aumento del grosor de las capas metálicas reflectantes de infrarrojos tiende a disminuir la durabilidad del recubrimiento frente a ataques químicos y/o mecánicos. Además, las regiones accesibles del espacio estético/color que resultan más atractivas en términos generales y que pueden alcanzarse utilizando recubrimientos de control solar convencionales que emplean uno o más periodos de estructuras dieléctricas/plata/dieléctricas, están limitadas por los diseños de los recubrimientos de control solar convencionales.

Por lo tanto, sería deseable proporcionar un recubrimiento de control solar que tenga un SHGC bajo, reduciendo al mismo tiempo el número total de capas metálicas reflectantes de infrarrojos del recubrimiento de control solar, para evitar la acumulación de calor en el interior de un edificio.

SUMARIO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un artículo recubierto. El artículo recubierto comprende un sustrato con una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera; y un recubrimiento funcional colocado sobre al menos una parte de la segunda superficie del sustrato. El recubrimiento funcional comprende: una primera capa dieléctrica situada sobre al menos una parte de la segunda superficie del sustrato; una primera capa metálica colocada sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica, la primera capa metálica que comprende un primer espesor; una primera capa de primer situada sobre al menos una parte de la primera capa metálica; una segunda capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer, comprendiendo la segunda capa dieléctrica: una primera película colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer, una segunda película colocada sobre al menos una parte de la primera película, una tercera película colocada sobre al menos una parte de la segunda película, una cuarta película colocada sobre al menos una parte de la tercera película, y una quinta película colocada sobre al menos una parte de la cuarta película; una segunda capa metálica situada sobre al menos una parte de la quinta película de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la segunda capa metálica un segundo espesor; una segunda

capa de primer situada sobre al menos una parte de la segunda capa metálica; una tercera capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la segunda capa del primer; y una capa protectora colocada sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica. El recubrimiento funcional proporciona una unidad de vidrio aislante (UVA) de referencia coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) inferior o igual a 0.38.

La invención también se refiere a una transparencia recubierta. La transparencia recubierta comprende un primer sustrato que comprende una superficie No. 1 y una superficie No. 2 opuesta a la superficie No. 1, un segundo sustrato que comprende una superficie No. 3 y una superficie No. 4 opuesta a la No. 3, en el que el segundo sustrato está separado del primer sustrato, en el que la superficie No. 3 está frente a la superficie No. 2, y en el que el primer sustrato y el segundo sustrato están conectados entre sí; y un recubrimiento funcional colocado sobre la superficie No. 2 del primer sustrato o de la superficie No. 3 del segundo sustrato. El recubrimiento funcional comprende: una primera capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la superficie No. 2 del primer sustrato o de la superficie No. 3 del segundo sustrato; una primera capa metálica colocada sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica, la primera capa metálica que comprende un primer espesor; una primera capa de primer situada sobre al menos una parte de la primera capa metálica; una segunda capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer, comprendiendo la segunda capa dieléctrica: una primera película colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer, una segunda película colocada sobre al menos una parte de la primera película, una tercera película colocada sobre al menos una parte de la segunda película, una cuarta película colocada sobre al menos una parte de la tercera película, y una quinta película colocada sobre al menos una parte de la cuarta película; una segunda capa metálica situada sobre al menos una parte de la quinta película de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la segunda capa metálica un segundo espesor; una segunda capa de primer situada sobre al menos una parte de la segunda capa metálica; una tercera capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la segunda capa del primer; y una capa protectora colocada sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica. La transparencia recubierta presenta un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) inferior a 0.38.

La invención también se refiere a un método para reducir el coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de una unidad de vidrio aislante. El método comprende proporcionar un primer sustrato que comprende una superficie No. 1 y una superficie No. 2 opuesta a la primera superficie; proporcionar un segundo sustrato que comprenda una superficie No. 3 y una superficie No. 4 opuesta a la No. 3, en el que el segundo sustrato está separado del primer

sustrato, en el que la superficie No. 3 se enfrenta a la No. 2, y en el que el primer sustrato y el segundo sustrato están conectados entre sí; y formando un recubrimiento funcional sobre al menos una parte de la superficie No. 2 del primer sustrato o de la superficie No. 3 del segundo sustrato. La formación del recubrimiento funcional comprende: formando una primera capa dieléctrica sobre al menos una parte de la superficie No. 2 del primer sustrato o de la superficie No. 3 del segundo sustrato; formar una primera capa metálica sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica, comprendiendo la primera capa metálica un primer espesor; formar una primera capa de primer sobre al menos una parte de la primera capa metálica; formar una segunda capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer, en la que la formación de la segunda capa dieléctrica comprende: formar una primer película sobre al menos una parte de la primera capa de primer, formación de una segunda película sobre al menos una parte de la primera película, formación de una tercera película sobre al menos una parte de la segunda película, formación de una cuarta película sobre al menos una parte de la tercera película, y formación de una quinta película sobre al menos una parte de la cuarta película; formar una segunda capa metálica sobre al menos una parte de la quinta película de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la segunda capa metálica un segundo espesor; formar una segunda capa de primer sobre al menos una parte de la segunda capa metálica; formar una tercera capa dieléctrica sobre al menos una parte de la segunda capa de primer; y formando una capa protectora sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica. El recubrimiento funcional proporciona a la unidad de vidrio aislante un SHGC inferior o igual a 0.38.

La invención también se refiere a un método para fabricar un artículo recubierto. El método consiste en proporcionar un sustrato que tiene una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera; y formando un recubrimiento funcional sobre al menos una parte de la segunda superficie del sustrato. La formación del recubrimiento funcional comprende: formar una primera capa dieléctrica sobre al menos una parte de la segunda superficie del primer sustrato; formar una primera capa metálica sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica, comprendiendo la primera capa metálica un primer espesor; formar una primera capa de primer sobre al menos una parte de la primera capa metálica; formar una segunda capa dieléctrica sobre al menos una parte de la primera capa de primer, en la que la formación de la segunda capa dieléctrica comprende: formar una primera película sobre al menos una parte de la primera capa de primer, formación de una segunda película sobre al menos una parte de la primera película, formación de una tercera película sobre al menos una parte de la segunda película, formación de una cuarta película sobre al menos una parte de la

tercera película, y formación de una quinta película sobre al menos una parte de la cuarta película; formar una segunda capa metálica sobre al menos una parte de la quinta película de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la segunda capa metálica un segundo espesor; formar una segunda capa de primer sobre al menos una parte de la segunda capa metálica; formar una tercera capa dieléctrica sobre al menos una parte de la segunda capa de primer; y formando una capa protectora sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica. El recubrimiento funcional proporciona una unidad de vidrio aislante (UVA) de referencia coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) inferior o igual a 0.38.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá con referencia a las siguientes figuras, en las que los números de referencia similares identifican las partes en todo el documento.

La Fig. 1 es una vista lateral (no a escala) de un artículo recubierto según un ejemplo de la invención.

La Fig. 2 es una vista lateral (no a escala) de un artículo recubierto según un ejemplo de la invención.

Las Figs. 3A y 3B son vistas laterales (no a escala) de transparencias recubiertas ejemplares según ejemplos de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Tal y como se utiliza en este documento, los términos espaciales o direccionales, como "izquierda", "derecha", "interior", "exterior", "arriba", "abajo" y similares, se refieren a la invención tal y como se muestra en las figuras del dibujo. Sin embargo, debe entenderse que la invención puede asumir varias orientaciones alternativas y, en consecuencia, estos términos no deben considerarse limitantes. Además, tal y como se utiliza en el presente documento, todos los números que expresan las dimensiones, las características físicas, los parámetros de procesamiento, las cantidades de ingredientes, las condiciones de reacción y similares, utilizados 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 con la presente invención. Como mínimo, y no como un intento de limitar la aplicación de la doctrina de los equivalentes al ámbito de las reivindicaciones, cada valor numérico debe interpretarse al menos a la luz del número de dígitos significativos declarados y aplicando las técnicas

ordinarias de redondeo. Además, debe entenderse que todos los rangos aquí expuestos abarcan los valores de los rangos inicial y final, así como todos los subrangos incluidos en ellos. Por ejemplo, se debe considerar que un rango declarado de "1 a 10" incluye todos los subrangos entre (e inclusive) el valor mínimo de 1 y el valor máximo de 10; es decir, todos los subrangos que comienzan con un valor mínimo igual o superior a 1 y terminan con un valor máximo igual o inferior a 10, p. ej., 1 a 3.3, 4.7 a 7.5, 5.5 a 10, y similares. Además, tal y como se utiliza en este documento, los términos "formado sobre", "depositado sobre" o "proporcionado sobre" significan formado, depositado o proporcionado sobre pero no necesariamente en contacto con la superficie. Por ejemplo, una capa de recubrimiento "formada sobre" un sustrato no excluye la presencia de una o más capas o películas de recubrimiento de la misma o diferente composición situadas entre la capa de recubrimiento formada y el sustrato. Los términos "región visible", "luz visible" o "espectro de luz visible" se refieren a la radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el rango de 380 nm a 800 nm. Los términos "región infrarroja", "radiación infrarroja" o "espectro infrarrojo" se refieren a la radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el rango de más de 800 nm a 100,000 nm. Los términos "región ultravioleta", "radiación ultravioleta" o "espectro ultravioleta (UV)" se refieren a la energía electromagnética que tiene una longitud de onda en el rango de 300 nm a menos de 380 nm. Además, todos los documentos, como, por ejemplo, las patentes emitidas y las solicitudes de patentes, a los que se hace referencia en este documento deben considerarse "incorporados por referencia" en su totalidad. Como se utiliza aquí, el término "película" se refiere a una región de recubrimiento de una composición de recubrimiento deseada o seleccionada. Una "capa" puede comprender una o más "películas", y un "recubrimiento" o "pila de recubrimiento" puede comprender una o más "capas". El término "reflectividad asimétrica" significa que la reflectancia de la luz visible del recubrimiento desde un lado es diferente a la del recubrimiento desde el lado opuesto. Por "espesor crítico" se entiende un espesor por encima del cual un material de recubrimiento forma una capa continua e ininterrumpida y por debajo del cual el material de recubrimiento forma regiones discontinuas o islas del material de recubrimiento en lugar de una capa continua. El término "espesor subcrítico" se refiere a un espesor inferior al espesor crítico, de manera que el material de recubrimiento forma regiones aisladas y no conectadas del material de recubrimiento. El término "aislado" significa que el material de recubrimiento no es una capa continua, sino que el material se deposita formando regiones aisladas o islas.

Los porcentajes en peso (% en peso) de los óxidos metálicos, aleaciones metálicas, nitruros metálicos u oxinitruros metálicos, tal y como se utilizan en el presente documento, se

basan en el peso total de los componentes metálicos y excluyen el peso de cualquier componente de óxido, nitruro u oxinitruro.

La invención se refiere a un artículo recubierto 10. El artículo recubierto 10 comprende: un sustrato 12 que comprende una primera superficie 14 y una segunda superficie 16 opuesta a la primera superficie 14; y un recubrimiento funcional 30 colocado sobre al menos una parte de la segunda superficie 16 del sustrato 12. El recubrimiento funcional 30 comprende: una primera capa dieléctrica 32 colocada sobre al menos una parte de la segunda superficie 16 del primer sustrato 12; una primera capa metálica 38 colocada sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica 32, comprendiendo la primera capa metálica 38 un primer espesor; una primera capa de primer 40 colocada sobre al menos una parte de la primera capa metálica 38; una segunda capa dieléctrica 42 colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer 40, comprendiendo la segunda capa dieléctrica 42: una primera película 44 colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer 40, una segunda película 46 colocada sobre al menos una parte de la primera película 44, una tercera película 48 colocada sobre al menos una parte de la segunda película 46, una cuarta película 50 colocada sobre al menos una parte de la tercera película 48, y una quinta película 52 colocada sobre al menos una parte de la cuarta película 50; una segunda capa metálica 54 colocada sobre al menos una parte de la quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42, comprendiendo la segunda capa metálica 54 un segundo espesor; una segunda capa de primer 56 colocada sobre al menos una parte de la segunda capa metálica 54; una tercera capa dieléctrica 58 colocada sobre al menos una parte de la segunda capa de primer 56; y una capa protectora 64 colocada sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica 58. El recubrimiento funcional 30 proporciona un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de la unidad de vidrio aislante (IGU) de referencia inferior o igual a 0.38.

El artículo recubierto 10 comprende un sustrato 12. El sustrato 12 comprende un primer lado que comprende una primera superficie 14 y un segundo lado que comprende una segunda superficie 16, donde la segunda superficie 16 es opuesta a la primera superficie 14.

El sustrato 12 puede ser de cualquier material deseado que tenga las características deseadas, como opaco, translúcido o transparente a la luz visible. Por ejemplo, el sustrato 12 puede ser transparente o translúcido a la luz visible. Por "transparente" se entiende que tiene una transmisión de luz visible de más del 0% o al 100%. Alternativamente, el sustrato 12 puede ser translúcido. Por "translúcido" se entiende que permite la energía electromagnética (por ejemplo, luz visible), pero difuminando esta energía de forma que los objetos situados en el lado opuesto al espectador no sean claramente visibles. Los ejemplos de materiales adecuados

incluyen, pero no se limitan a, sustratos de plástico (como los polímeros acrílicos, como los poliacrilatos; polialquilmecrilatos, como polimetilmecrilatos, polietilmecrilatos, polipropilmecrilatos y similares; poliuretanos; policarbonatos; polialquiltetrefalatos, como el polietilentetrefalato (PET), los polipropilentetrefalatos, los polibutilentetrefalatos y similares; polímeros que contengan polisiloxano; o copolímeros de cualquier monómero para preparar éstos, o cualquier mezcla de los mismos); sustratos cerámicos; sustratos de vidrio; o mezclas o combinaciones de cualquiera de los anteriores. Por ejemplo, el sustrato 12 puede incluir vidrio convencional de silicato sódico-cálcico, vidrio borosilicato o vidrio con plomo. El vidrio puede ser transparente. Por "vidrio transparente" se entiende vidrio sin tinter o sin color. También se puede utilizar vidrio tintado o de otro color. El vidrio puede ser recocido o tratado térmicamente. Tal y como se utiliza en este 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 cualquier propiedad óptica, por ejemplo, cualquier valor de transmisión visible, transmisión ultravioleta, transmisión infrarroja y/o transmisión total de energía solar. Por "vidrio flotado" se entiende el vidrio formado por un proceso de flotación convencional en el que el vidrio fundido se deposita en un baño de metal fundido y se enfría de forma controlada para formar una cinta de vidrio flotado. En las patentes estadounidenses núms. 4,466.562 y 4,671,155 se describen ejemplos de procesos de fabricación de vidrio flotado.

El sustrato 12 puede comprender, por ejemplo, vidrio flotado transparente o puede ser vidrio tintado o con color. El sustrato 12 puede tener las dimensiones que se deseen, por ejemplo, longitud, ancho, forma o grosor. En una realización no limitativa en la que el sustrato es una transparencia arquitectónica, el sustrato 12 puede tener un grosor de entre 1 mm y 30 mm, por ejemplo, de entre 2,5 mm y 25 mm, por ejemplo, de entre 2,5 mm y 10 mm. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término "transparencia arquitectónica" hace referencia a cualquier transparencia situada en un edificio, como ventanas y tragaluces, entre otros. Sin embargo, debe entenderse que la invención no se limita al uso con tales transparencias arquitectónicas, sino que podría aplicarse con transparencias en cualquier campo deseado, tales como, entre otros, ventanas laminadas o no laminadas residenciales y/o comerciales, unidades de vidrio y/o transparencias para vehículos terrestres, aéreos, espaciales, acuáticos y submarinos, así como transparencias personales, tales como gafas y similares. Por lo tanto, debe entenderse que las modalidades ejemplares específicamente divulgadas se presentan simplemente para explicar los conceptos generales de la invención, y que la invención no se limita a estas modalidades ejemplares específicas. Además, aunque una

"transparencia" típica puede tener una transmisión de luz visible suficiente como para que los materiales puedan verse a través de ella, en la práctica de la invención, la "transparencia" no tiene por qué ser transparente a la luz visible, sino que puede ser translúcida u opaca.

En algunas realizaciones, el sustrato 12 puede ser un acristalamiento monolítico. Por "monolítico" se entiende que tiene un único soporte estructural o elemento estructural, por ejemplo, un único sustrato.

El recubrimiento funcional 30 se coloca sobre al menos una parte de la segunda superficie 16 del sustrato 12.

El recubrimiento funcional 30 es un recubrimiento metálico doble (por ejemplo, dos capas metálicas). El recubrimiento funcional 30 consta de dos capas metálicas.

En la figura 1 se muestra un recubrimiento funcional ejemplar 30. El recubrimiento funcional 30 incluye una primera capa dieléctrica 32 colocada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la segunda superficie 16 del sustrato 12. Una primera capa metálica 38 está colocada sobre o en contacto directo con al menos una parte de la primera capa dieléctrica 32. La primera capa metálica 38 incluye un primer espesor. Una primera capa de primer 40 se coloca sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera capa metálica 38. Una segunda capa dieléctrica 42 está colocada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera capa de primer 40. La segunda capa dieléctrica 42 incluye una primera película 44 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera capa de primer 40, una segunda película 46 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera película 44, una tercera película 48 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la segunda película 46, una cuarta película 50 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la tercera película 48, y una quinta película 52 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la cuarta película 50. Una segunda capa metálica 54 está situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42. La segunda capa metálica 54 incluye un segundo espesor. Una segunda capa de primer 56 se coloca sobre y en contacto directo con al menos una parte de la segunda capa metálica 54. Una tercera capa dieléctrica 58 está situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la segunda capa de primer 56. Una capa protectora 64 se coloca sobre y en contacto directo con al menos una parte de la tercera capa dieléctrica 58.

El recubrimiento funcional 30 incluye una primera capa dieléctrica 32 colocada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la segunda superficie 16 del sustrato 12. Como se muestra en la Fig. 2, la primera capa dieléctrica 32 puede incluir una primera película 34

colocada sobre la segunda superficie 16 del sustrato 12 y en contacto directo con ella, y una segunda película 36 colocada sobre la primera película 34 y en contacto directo con ella. La primera película 34 puede colocarse sobre y en contacto directo con una parte de la segunda superficie 16 del sustrato 12 o con toda la segunda superficie 16 del sustrato 12. La primera capa dieléctrica 32 puede ser transparente a la luz visible.

La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede estar compuesta por óxidos, nitruros, oxinitruros de metales o aleaciones metálicas, o por mezclas de los mismos. Ejemplos de óxidos metálicos, nitruros metálicos y/u oxinitruros metálicos adecuados incluyen óxidos, nitruros y/u oxinitruros de titanio, hafnio, circonio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño, aluminio, silicio y mezclas de los mismos. Los óxidos metálicos pueden tener pequeñas cantidades de otros materiales, como el manganeso en el óxido de bismuto, el estaño en el óxido de indio, etc. Además, pueden utilizarse óxidos o nitruros de aleaciones metálicas o mezclas de metales, como los óxidos que contienen cinc y estaño (por ejemplo, estannato de cinc, definido a continuación), óxidos de aleaciones de indio-estaño, nitruros de silicio-aluminio o nitruros de aluminio. Además, pueden utilizarse óxidos metálicos dopados, como los óxidos de antimonio o de indio y estaño o los óxidos de silicio dopados con níquel o boro. Alternativamente, la primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede comprender un óxido conductor transparente. El óxido conductor transparente puede ser un óxido metálico dopado, como el óxido de zinc dopado con galio (GZO), el óxido de zinc dopado con aluminio (AZO), el óxido de zinc dopado con indio (IZO), el óxido de zinc dopado con magnesio (MZO) o el óxido de indio dopado con estaño (ITO). La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede estar compuesta por óxido de silicio, nitruro de silicio y aluminio, óxido de silicio y aluminio, oxinitruro de silicio, oxinitruro de silicio y aluminio, estannato de zinc u óxido de estaño. La primera capa dieléctrica 32 no contiene nitruro de silicio. La primera capa dieléctrica 32 no contiene zinc metálico.

Tal como se utiliza en el presente documento, "libre de nitruro de silicio" significa que no hay adición intencionada de nitruro de silicio en la capa dieléctrica. Tal como se utiliza en el presente documento, "libre de zinc metálico" significa que la capa dieléctrica no incluye zinc metálico puro.

La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede comprender óxido de silicio y ser pulverizada a partir de un único cátodo que contenga silicio. La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede comprender nitruro de aluminio y silicio u óxido de aluminio y silicio y ser pulverizada a partir de dos cátodos (por ejemplo, uno de silicio y otro de aluminio) o de un único cátodo que contenga silicio y aluminio. La primera película 34 de

la primera capa dieléctrica 32 puede ser de nitruro de silicio y aluminio u óxido de silicio y aluminio, compuesta por un 5 % en peso de aluminio y entre un 95 % y un 80 % en peso de silicio, por ejemplo, entre un 10 % y un 20 % en peso de aluminio y entre un 90 % y un 80 % en peso de silicio, o entre un 20 % y un 25 % en peso de aluminio y entre un 80 % y un 75 % en peso de silicio. La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede ser nitruro de silicio y aluminio u óxido de silicio y aluminio que comprende silicio y aluminio en cantidad de al menos 95 % en peso de silicio y al menos 5 % en peso de aluminio. La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede ser nitruro de silicio y aluminio u óxido de silicio y aluminio que comprende silicio y aluminio en una cantidad de al menos 90 % en peso de silicio y al menos 10 % en peso de aluminio. La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede ser nitruro de silicio y aluminio u óxido de silicio y aluminio que comprende silicio y aluminio en una cantidad de al menos 85 % en peso de silicio y al menos 15 % en peso de aluminio. La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede ser nitruro de silicio y aluminio u óxido de silicio y aluminio que comprende silicio y aluminio en una cantidad de al menos 80 % en peso de silicio y al menos 20 % en peso de aluminio. La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede ser nitruro de silicio y aluminio u óxido de silicio y aluminio que comprende silicio y aluminio en una cantidad de al menos 75 % en peso de silicio y al menos 25 % en peso de aluminio.

La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede formarse mediante pulverización catódica de silicio y aluminio en una atmósfera de nitrógeno (N_2) con un caudal específico tal que se forme una atmósfera con un contenido de N_2 superior al 0 % y menor o igual al 100 %. El caudal es una aproximación a la cantidad de N_2 en la atmósfera, pero una persona con conocimientos ordinarios en la materia reconocería que el N_2 y/o el oxígeno (O_2) pueden filtrarse a la cámara de recubrimiento si hay alguna fuga de la atmósfera externa a la cámara de recubrimiento. Por ejemplo, el caudal de N_2 (es decir, la concentración de N_2 en la atmósfera de la cámara en la que se deposita el material) en la cámara de recubrimiento puede estar comprendido entre el 10% y el 100%, entre el 20% y el 100%, entre el 30% y el 100%, entre el 40% y el 100%, entre el 50% y el 100%.

La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede formarse mediante pulverización catódica de silicio o de silicio-aluminio en una atmósfera de oxígeno (O_2) con un caudal específico tal que se forme una atmósfera con un contenido de O_2 superior al 0 % e inferior o igual al 50 %. El caudal es una aproximación a la cantidad de O_2 en la atmósfera, pero una persona con conocimientos ordinarios en la materia reconocería que el N_2 y/o el O_2 pueden filtrarse a la cámara de recubrimiento si hay alguna fuga de la atmósfera externa a la

cámara de recubrimiento. Por ejemplo, el caudal de O₂ (es decir, la concentración de O₂ en la atmósfera de la cámara en la que se está depositando el material) en la cámara de recubrimiento puede ser superior a 0%, como por ejemplo en el intervalo de 0% a 50%, como por ejemplo de 10% a 50%, como por ejemplo de 20% a 30%, como por ejemplo de 20% a 40%, como por ejemplo de 20% a 50%, como por ejemplo de 30% a 40%, o como por ejemplo de 30% a 50%.

El resto de la atmósfera en ambos casos (atmósfera de N₂ o de O₂) puede ser un gas inerte, como, por ejemplo, argón.

El óxido de estaño puede depositarse en un ambiente de oxígeno (O₂) a partir de un objetivo de estaño o de un depósito de estaño que incluya otros materiales para mejorar las características de pulverización catódica del objetivo. Por ejemplo, el caudal de O₂ (es decir, concentración de O₂ en la atmósfera de la cámara en la que se deposita el material) puede ser de hasta el 80% de O₂, como, por ejemplo, 80% de O₂, 75% de O₂, o 70% de O₂. El resto de la atmósfera puede ser un gas inerte, como el argón. El óxido de estaño puede obtenerse por deposición en vacío por pulverización catódica magnetrónica a partir de una muestra de estaño o de una muestra de estaño y zinc. Por ejemplo, el blanco de estaño puede contener una pequeña cantidad (por ejemplo, hasta un 20 % en peso, hasta un 15 % en peso, hasta un 10 % en peso o hasta un 5 % en peso) de zinc. En tal caso, la película de óxido de estaño resultante incluiría un pequeño porcentaje de óxido de zinc, por ejemplo, hasta un 20 % en peso de óxido de zinc, por ejemplo, hasta un 10 % en peso de óxido de zinc, por ejemplo, hasta un 5 % en peso de óxido de zinc. Una capa de recubrimiento depositada a partir de un blanco de estaño que tenga hasta un 0 % en peso a un 20 % en peso de zinc se denomina en el presente documento "película de óxido de estaño". La primera película 34 de la capa dieléctrica 32 puede ser una película de óxido de estaño en la que el estaño es sustancialmente el único metal de la primera película 34. Tal y como se utiliza en el presente documento, "sustancialmente libre" significa que la película de óxido de estaño contiene menos del 0.5 % en peso de metales adicionales distintos del estaño. La película de óxido de estaño 34 puede incluir 80 % en peso de óxido de estaño y 20 % en peso de óxido de zinc. La película de óxido de estaño y zinc 34 puede contener un 90 % de óxido de estaño y un 10 % en peso de óxido de zinc.

Por "estannato de zinc" se entiende una composición de Zn_xSn_{1-x}O_{2-x} (Fórmula 1) donde "x" varía en el rango de mayor que 0 a menor que 1. Por ejemplo, "x" puede ser mayor que 0 y puede ser cualquier fracción o decimal entre mayor que 0 y menor que 1. Por ejemplo, cuando x=2/3, la Fórmula 1 es Zn_{2/3}Sn_{1/3}O_{4/3}, que se describe más comúnmente como "Zn₂SnO₄". Una película que contiene estannato de zinc tiene una o más de las formas de la Fórmula 1 en una cantidad predominante en la capa. La capa de estannato de zinc es una capa

estequiométricamente totalmente oxidada y no se deja intencionadamente como subóxido. Por ejemplo, la capa de estannato de zinc contiene más del 50% de oxígeno basado en el porcentaje atómico.

La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede comprender un espesor total de 18 nm a 29 nm, tal como de 20 nm a 27 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22.5 nm a 24.5 nm.

La segunda película 36 de la primera capa dieléctrica 32 puede comprender materiales antirreflectantes y/o materiales dieléctricos, tales como, pero no limitados a, óxidos metálicos o de aleaciones metálicas, nitruros, oxinitruros, o mezclas de los mismos. Ejemplos de óxidos metálicos adecuados para la segunda película 36 de la primera capa dieléctrica 32 incluyen óxidos de titanio, hafnio, circonio, niobio, zinc, bismuto, plomo, indio, estaño, aluminio, silicio y mezclas de los mismos. Estos óxidos metálicos pueden tener pequeñas cantidades de otros materiales, como el manganeso en el óxido de bismuto, el estaño en el óxido de indio, etc. Además, pueden utilizarse óxidos de aleaciones metálicas o mezclas de metales, tales como óxidos que contienen zinc y estaño, óxidos de aleaciones de indio y estaño, óxidos que contienen zinc y aluminio, nitruros de silicio y aluminio o nitruros de aluminio. Además, pueden utilizarse óxidos metálicos dopados, como los óxidos de estaño dopados con antimonio o indio o los óxidos de silicio dopados con níquel o boro. La segunda película 36 de la primera capa dieléctrica 32 puede comprender un óxido conductor transparente. El óxido conductor transparente de la segunda película 36 de la primera capa dieléctrica 32 puede ser un óxido metálico dopado, como 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).

La segunda película 36 de la primera capa dieléctrica 32 puede ser un óxido de aleación de zinc/estaño. Por "óxido de aleación zinc/estaño" se entienden tanto las aleaciones verdaderas como las mezclas de los óxidos. El óxido de zinc se puede depositar a partir de una muestra de zinc que incluye otros materiales para mejorar las características de pulverización de la muestra. Como tal, el óxido de aleación zinc/estaño puede obtenerse por deposición en vacío por pulverización catódica magnetronica a partir de una muestra de zinc y estaño. Por ejemplo, la muestra de zinc puede incluir una pequeña cantidad (por ejemplo, hasta un 20 % en peso, hasta un 15 % en peso, hasta un 10 % en peso o hasta un 5 % en peso) de estaño para mejorar la pulverización catódica. En cuyo caso, la película de óxido de zinc resultante incluiría un pequeño porcentaje de óxido de estaño, por ejemplo, hasta un 10 % en peso de óxido de estaño, por ejemplo, hasta un 5 % en peso de óxido de estaño. Una capa de

recubrimiento depositada a partir de una muestra de zinc con hasta un 10 % en peso de estaño (añadido para mejorar la conductividad del cátodo) se denomina en el presente documento "película de óxido de zinc", aunque pueda haber una pequeña cantidad de estaño. Una muestra no limitante puede comprender zinc y estaño en proporciones del 5 % en peso al 95 % en peso de zinc y del 95 % en peso al 5 % en peso de estaño, como del 10 % en peso al 90 % en peso de zinc y del 90 % en peso al 10 % en peso de estaño. Sin embargo, también podrían utilizarse otras proporciones de zinc y estaño.

La segunda película 36 de la primera capa dieléctrica 32 puede comprender una película de óxido de zinc o de óxido de aluminio y zinc (óxido de $\text{Al}_x\text{Zn}_{1-x}$). Por "óxido de aleación zinc/aluminio" se entienden tanto las aleaciones verdaderas como las mezclas de los óxidos. Como tal, el óxido de aleación de aluminio/zinc puede obtenerse por deposición en vacío por pulverización catódica magnetróica a partir de una muestra de zinc y aluminio y puede incluir una pequeña cantidad (por ejemplo, menos del 10 % en peso, como por ejemplo, más del 0 al 5 % en peso) de estaño para mejorar la pulverización catódica. En tal caso, la película de óxido de aluminio y zinc resultante incluiría un pequeño porcentaje de óxido de estaño, por ejemplo, entre un 0 % y menos del 10 % en peso, por ejemplo, entre un 0 % y un 5 % en peso de óxido de estaño. La segunda película 36 de la primer capa dieléctrica 32 puede comprender óxido de $\text{Al}_x\text{Zn}_{1-x}$, donde x está dentro del intervalo de 1 % en peso a 25 % en peso, tal como, 1 % en peso a 15 % en peso, tal como, 1 % en peso a 10 % en peso, tal como, 2 % en peso a 5 % en peso. %. En una realización no limitante, x es 3 en peso. %.

La segunda película 36 de la primer capa dieléctrica 32 puede comprender una película de óxido de titanio, que se define como un compuesto que comprende titanio y oxígeno. El óxido de titanio puede comprender, por ejemplo, óxido de titanio, óxido de titanio y aluminio, oxinitruro de titanio, oxinitruro de titanio y aluminio, o cualquier mezcla de los mismos.

La segunda película 36 de la primer capa dieléctrica 32 puede comprender un espesor total de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede comprender óxido de estaño colocado sobre la segunda superficie 16 del sustrato 12 y en contacto directo con ella, y la segunda película 36 de la primer capa dieléctrica 32 puede comprender óxido de zinc colocado sobre la primera película 34 y en contacto directo con ella. Por otra parte, la primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede estar compuesta por estannato de zinc situado sobre la segunda superficie 16 del sustrato 12 y en contacto directo con ella, y la

segunda película 36 de la primera capa dieléctrica 32 puede estar compuesta por óxido de zinc situado sobre la primera película 34 y en contacto directo con ella.

La primera capa dieléctrica 32 puede comprender tres películas. Por ejemplo, la primera capa dieléctrica 32 puede incluir una primera película 34 colocada sobre la segunda superficie 16 del sustrato 12 y en contacto directo con ella, una segunda película 36 colocada sobre la primera película 34 y en contacto directo con ella, y una tercera película colocada sobre la segunda película 36 y en contacto directo con ella.

La primera película 34 de la primera capa dieléctrica 32 puede comprender óxido de estaño colocado sobre la segunda superficie 16 del sustrato 12 y en contacto directo con ella, la segunda película 36 puede comprender estannato de zinc colocado sobre la primera película 34 y en contacto directo con ella, y la tercera película puede comprender óxido de zinc colocado sobre la segunda película 36 y en contacto directo con ella.

La primera capa dieléctrica 32 puede comprender un espesor total (por ejemplo, espesor combinado de la primera película 34, la segunda película 36, y la tercera película opcional) de 22 nm a 41 nm, tal como de 25 nm a 38 nm, tal como de 27 nm a 36 nm, o tal como de 29.5 nm a 33.5 nm.

Una primera capa metálica 38 se coloca sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera capa dieléctrica 32, tal como sobre al menos una parte de la segunda película 36 o la tercera película opcional de la primera capa dieléctrica 32. La primera capa metálica 38 puede incluir un metal reflectante, como, por ejemplo, oro metálico, cobre, paladio, aluminio, plata o mezclas, aleaciones o combinaciones de los mismos. En una realización, la primera capa metálica 38 comprende una capa de plata metálica.

La primera capa metálica 38 es una capa continua. Por "capa continua" se entiende que el recubrimiento forma una película continua del material y no regiones de recubrimiento aisladas.

La primera capa metálica 38 tiene un primer espesor. El primer espesor de la primera capa metálica 38 está en el rango de 10.5 nm a 16.5 nm, tal como de 11 nm a 16 nm, tal como de 11.5 nm a 15.5 nm, o tal como de 12.5 nm a 14.5 nm.

Una primera capa de primer 40 se coloca sobre la primera capa metálica 38 y en contacto directo con ella. La primera capa de primer 40 puede ser una sola película o una capa de múltiples películas. La primera capa de primer 40 puede ser un material captador de oxígeno, que puede ser sacrificado durante el proceso de deposición para evitar la degradación u oxidación de la primera capa metálica 38 durante el proceso de pulverización o los procesos de calentamiento posteriores. La primera capa de primer 40 también puede absorber al menos

una parte de la radiación electromagnética, como por ejemplo, la luz visible, que atraviesa el recubrimiento funcional 30. Entre los materiales adecuados para la primera capa de primer 40 se incluyen el titanio, el cobalto, el silicio, el zinc, el aluminio, el vanadio, el tungsteno, el tantalio, el niobio, el circonio, el manganeso, el cromo, el estaño, el níquel, el galio, el indio, el germanio, el magnesio, el molibdeno y la plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio-zinc, vanadio-zinc, tungsteno-tantalio, titanio-niobio, circonio-niobio, tungsteno-niobio, aluminio-niobio, aluminio-titanio, tungsteno-titanio, tantalio-titanio, zinc-titanio, aluminio-plata, zinc-estaño, indio-zinc, plata-zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos. En una realización no limitante, la primera capa de primer 40 comprende titanio, titanio y aluminio, o zinc y aluminio, que se depositan como un metal y al menos una parte del titanio, o titanio y aluminio, o zinc y aluminio se oxidan posteriormente. En otra realización, la primera capa de primer 40 comprende una aleación de níquel-cromo, tal como Inconel. En otra realización, la primera capa de primer 40 comprende una aleación de cobalto-cromo, como, por ejemplo, Stellite®.

La primera capa de primer 40 puede tener un espesor en el rango de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Una segunda capa dieléctrica 42 está colocada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera capa de primer 40. La segunda capa dieléctrica 42 incluye una primera película 44 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera capa de primer 40, una segunda película 46 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera película 44, una tercera película 48 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la segunda película 46, una cuarta película 50 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la tercera película 48, y una quinta película 52 posicionada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la cuarta película 50.

La primera película 44, la segunda película 46, la tercera película 48, la cuarta película 50, y la quinta película 52 pueden comprender una o más películas de óxido metálico, óxido de aleación metálica, nitruro metálico, nitruro de aleación metálica, oxinitruro metálico, u oxinitruro de aleación metálica, tales como, las descritas anteriormente con respecto a la primera película 34 y la segunda película 36 de la primera capa dieléctrica 32. La primera película 44, la tercera película 48 y la quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42 comprenden un primer material. La segunda película 46 y la cuarta película 50 de la segunda capa dieléctrica 42 comprenden un segundo material. El primer material es diferente del

segundo. La segunda capa dieléctrica 42 no contiene nitruro de silicio. La segunda capa dieléctrica 42 no contiene zinc metálico.

La primera película 44, la tercera película 48 y la quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42 pueden estar compuestas por un óxido metálico, por ejemplo, una película de óxido de zinc o de óxido de aluminio y zinc. La segunda película 46 y la cuarta película 50 de la segunda capa dieléctrica 42 pueden comprender una película de aleación metálica, por ejemplo, una película de estannato de zinc. Por ejemplo, la primera película 44 puede comprender óxido de zinc, la segunda película 46 puede comprender estannato de zinc, la tercera película 48 puede comprender óxido de zinc, la cuarta película 50 puede comprender estannato de zinc y la quinta película 52 puede comprender óxido de zinc.

La primera película 44 de la segunda capa dieléctrica 42 puede comprender un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

La segunda película 46 de la segunda capa dieléctrica 42 puede comprender un espesor en el rango de 10 nm a 45 nm, tal como de 18 nm a 30 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22.5 nm a 24.5 nm.

La tercera película 48 de la segunda capa dieléctrica 42 puede comprender un espesor en el rango de 7 nm a 35 nm, tal como de 16 nm a 25 nm, tal como de 18 nm a 23 nm, o tal como de 18.5 nm a 21.5 nm.

La cuarta película 50 de la segunda capa dieléctrica 42 puede comprender un espesor en el rango de 10 nm a 45 nm, tal como de 18 nm a 31 nm, tal como de 19 nm a 27 nm, o tal como de 23 nm a 25 nm.

La quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42 puede comprender un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

La segunda capa dieléctrica 42 puede comprender un espesor total (por ejemplo, un espesor combinado de la primera película 44, la segunda película 46, la tercera película 48, la cuarta película 50, y la quinta película 52) en el rango de 35 nm a 149 nm, tal como de 62 nm a 108 nm, tal como de 70 nm a 96 nm, o tal como de 78 nm a 89 nm.

Una segunda capa metálica 54 está situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42. La segunda capa metálica 54 puede incluir un metal reflectante, como, por ejemplo, oro metálico, cobre, plata, aluminio, o mezclas, aleaciones o combinaciones de los mismos. En una realización, la segunda capa metálica 54 comprende una capa de plata metálica.

La segunda capa metálica 54 es una capa continua.

La segunda capa metálica 54 tiene un segundo espesor. El segundo espesor de la segunda capa metálica 54 está en el rango de 11 nm a 18 nm, tal como de 12 nm a 17 nm, tal como de 12.5 nm a 16.5 nm, o tal como de 13.5 nm a 15.5 nm.

El segundo espesor de la segunda capa metálica 54 puede ser mayor que el primer espesor de la primera capa metálica 38. Por ejemplo, una relación entre el primer grosor y el segundo puede ser menor o igual a 0.95 : 1.

Una segunda capa de primer 56 se coloca sobre la segunda capa metálica 54 y en contacto directo con ella. La segunda capa de primer 56 puede ser una sola película o una capa de múltiples películas. La segunda capa de primer 56 puede ser un material captador de oxígeno, que puede ser sacrificado durante el proceso de deposición para evitar la degradación u oxidación de la segunda capa metálica 54 durante el proceso de pulverización o los procesos de calentamiento posteriores. La segunda capa de primer 56 también puede absorber al menos una parte de la radiación electromagnética, como la luz visible, que atraviesa el recubrimiento funcional 30. Ejemplos de materiales útiles para la segunda capa de primer 56 incluyen los descritos para la primera capa de primer 40, tales como titanio, cobalto, silicio, zinc, aluminio, vanadio, tungsteno, tántalo, niobio, circonio, manganeso, cromo, estaño, níquel, galio, indio, germanio, magnesio, molibdeno, plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio zinc, vanadio zinc, tungsteno tántalo, titanio niobio, circonio niobio, tungsteno niobio, aluminio niobio, aluminio titanio, tungsteno titanio, tántalo titanio, zinc titanio, aluminio plata, zinc estaño, indio zinc, plata zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos. En una realización no limitante, la segunda capa de primer 56 comprende titanio, titanio y aluminio, o zinc y aluminio, que se depositan como un metal y al menos una parte del titanio, o titanio y aluminio, o zinc y aluminio se oxidan posteriormente. En otra realización, la segunda capa de primer 56 comprende una aleación de níquel-cromo, tal como Inconel. En otra realización, la segunda capa de primer 56 comprende una aleación de cobalto-cromo, como por ejemplo, Stellite®.

La segunda capa de primer 56 puede tener un espesor en el rango de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Una tercera capa dieléctrica 58 se coloca sobre la segunda capa de primer 56 y en contacto directo con ella. La tercera capa dieléctrica 58 puede comprender una o más películas de óxido metálico, óxido de aleación metálica, nitruro metálico, nitruro de aleación metálica, oxinitruro metálico u oxinitruro de aleación metálica, como las descritas anteriormente con respecto a la primera película 34 y la segunda película 36 de la primera capa dieléctrica 32. La

tercera capa dieléctrica 58 no contiene nitruro de silicio. La tercera capa dieléctrica 58 no contiene zinc metálico. Por ejemplo, la tercera capa dieléctrica 58 puede incluir una primera película de óxido metálico 60, por ejemplo, una película de óxido de zinc, depositada sobre la segunda capa de primer 56 y una segunda película de aleación metálica 62, por ejemplo, una película de estannato de zinc, depositada sobre al menos una parte de la primera película de óxido metálico 60 (FIG. 2).

La primera película 60 de la tercera capa dieléctrica 58 puede comprender un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

La segunda película 62 de la tercera capa dieléctrica 58 puede comprender un espesor en el rango de 12 nm a 22 nm, tal como de 13 nm a 21 nm, tal como de 16 nm a 20 nm, o tal como de 16.5 nm a 19 nm.

La tercera capa dieléctrica 58 puede comprender además una tercera película opcional de aleación metálica u oxinitruro de aleación metálica, por ejemplo, una película de estannato de zinc o una película de oxinitruro de aluminio y silicio, depositada sobre al menos una parte de la segunda película de aleación metálica 62. Por ejemplo, la tercera capa dieléctrica 58 puede incluir una primera película de aleación metálica 60, es decir, una película de estannato de zinc, depositada sobre la segunda capa de primer 56 y una película de oxinitruro metálico 62, por ejemplo, una película de oxinitruro de silicio y aluminio, depositada sobre al menos una parte de la primera película de aleación metálica 60. La tercera capa dieléctrica 58 puede incluir una primera película de óxido metálico 60, por ejemplo, una película de óxido de cinc o una película de óxido de aluminio y zinc, depositada sobre la segunda capa de primer 56, una segunda película de aleación metálica 62, por ejemplo, una película de estannato de zinc, depositada sobre al menos una parte de la primera película 60, y una tercera película de oxinitruro de aleación metálica, por ejemplo, una película de oxinitruro de aluminio y silicio, depositada sobre la segunda película de estannato de zinc 62. La tercera capa dieléctrica 58 puede incluir una primera película de óxido metálico 60, por ejemplo, una película de óxido de zinc o una película de óxido de aluminio y zinc, depositada sobre la segunda capa de primer 56, una segunda película de aleación metálica 62, por ejemplo, una película de estannato de cinc, o una segunda película de óxido metálico 62, por ejemplo, una película de óxido de estaño, depositada sobre al menos una parte de la primera película 60, y una tercera película de aleación metálica, por ejemplo, una película de estannato de zinc, o una tercera película de óxido metálico, por ejemplo, una película de óxido de estaño, depositada sobre la segunda película de estannato de zinc 62 o la segunda película de óxido de estaño 62. En algunas

realizaciones no limitantes, la segunda película 62 de la tercera capa dieléctrica 58 y la tercera película de la tercera capa dieléctrica 58 pueden comprender el mismo material. Por ejemplo, la segunda película 62 de la tercera capa dieléctrica 58 puede comprender estannato de zinc y la tercera película de la tercera capa dieléctrica 58 puede comprender estannato de zinc. Alternativamente, la segunda película 62 de la tercera capa dieléctrica 58 puede comprender óxido de estaño y la tercera película de la tercera capa dieléctrica 58 puede comprender óxido de estaño.

La tercera capa dieléctrica 58 puede comprender un espesor total combinado (por ejemplo, espesor combinado de la primera película 60, la segunda película 62, y la tercera película opcional) en el rango de 16 nm a 34 nm, tal como de 18 nm a 32 nm, tal como de 22 nm a 30 nm, o tal como de 23.5 nm a 28 nm.

Una capa protectora 64 se coloca sobre y en contacto directo con al menos una parte de la tercera capa dieléctrica 58, por ejemplo, la segunda película 62 de la tercera capa dieléctrica 58 (FIG. 2). La capa protectora 64 es la capa más externa del recubrimiento funcional 30.

La capa protectora 64 puede ayudar a proteger las capas de recubrimiento funcionales subyacentes de ataques mecánicos y/o químicos. La capa protectora 64 puede ser una capa de recubrimiento de barrera al oxígeno para evitar o reducir el paso del oxígeno ambiental a las capas subyacentes del recubrimiento, como, por ejemplo, durante el calentamiento o el doblado. La capa protectora **64** puede ser de cualquier material o mezcla de materiales que se desee. Por ejemplo, la capa protectora 64 comprende al menos una de Si_3N_4 , SiAlN , SiAlON , SiAlO , TiAlO , titania, alúmina, sílice, circonia, o combinaciones de las mismas. Por ejemplo, la capa protectora 64 comprende titania.

La capa protectora 64 puede comprender una única película y tiene un espesor comprendido entre 2 nm y 9 nm, por ejemplo, entre 3 nm y 8 nm, entre 3.5 nm y 7.5 nm, o entre 4.5 nm y 6.5 nm.

Por otro lado, la capa protectora 64 puede comprender una primera película protectora y una segunda película protectora sobre al menos una parte de la primera película protectora. En una realización, la primera película protectora comprende una película de nitruro metálico, por ejemplo, un nitruro de aluminio y silicio, dispuesto sobre una película de oxinitruro metálico y en contacto con ella (por ejemplo, oxinitruro de aluminio y silicio) de la tercera capa dieléctrica 58 y la segunda película protectora comprende un óxido de aleación metálica, como el óxido de aluminio y titanio, dispuesto sobre la primera película protectora y en contacto con ella.

En una realización, la película de oxinitruro metálica de la tercera capa dieléctrica 58 es un oxinitruro metálico del mismo metal que en la primera película protectora de nitruro metálico que entra en contacto con la película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58. En otra realización, la película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58 es una capa gradiente en la que la parte de la película de oxinitruro metálico que está más cerca de la película de aleación metálica superior de la tercera capa dieléctrica 58 comprende una mayor cantidad de oxígeno, y la parte opuesta de la película de oxinitruro metálico, por ejemplo, que está más cerca de la primera película protectora de nitruro metálico, comprende una mayor cantidad de nitrógeno, por ejemplo, en las proporciones atómicas descritas anteriormente. En una realización, la película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58 y la primera película protectora de nitruro metálico forman una capa continua de gradiente único. En otra realización, la película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58 se aplica sobre una película de óxido de aleación metálica y/o entre una película de óxido de aleación metálica y la primera película protectora de nitruro metálico. En otra realización, la primera película protectora de nitruro metálica no está presente, y la película de oxinitruro metálico de la capa superior 58 es una capa gradiente, en la que la cantidad de oxígeno en la película de oxinitruro metálico de la capa superior 58 disminuye con el aumento de la distancia desde la película de óxido de aleación metálica de la capa superior 58. Por ejemplo, la parte de la película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58 más cercana a la película de óxido de aleación metálica superior de la tercera capa dieléctrica 58 comprende una mayor cantidad de oxígeno, y la parte opuesta de la película de oxinitruro de la tercera capa dieléctrica 58, comprende una mayor cantidad de nitrógeno, donde la relación atómica de oxígeno y nitrógeno en los oxinitruros metálicos es una aproximación basada en el caudal de nitrógeno (N_2) y el caudal de O_2 . La película de oxinitruro de la tercera capa dieléctrica 58 comprende 0 % en peso de oxígeno, y no más del 50 % en peso de oxígeno; no más del 40 % en peso de oxígeno; no más del 30 % en peso de oxígeno; no más del 20 % en peso de oxígeno; no más del 10 % en peso de oxígeno; no más del 5 % en peso de oxígeno. Ejemplos no limitantes de relaciones atómicas útiles de oxígeno y nitrógeno en la película de oxinitruro de la tercera capa dieléctrica 58 incluyen, por ejemplo, y sin limitación, de 5% a 45% de O con 95% a 55% de N; de 10 a 50% de O con 90% a 50% de N; de 15% a 40% de O con 85% a 60% de N; de 20% a 50% de O con 80% a 50% de N; de 25% a 45% de O con 75% a 55% de N; de 30% a 50% de O con 70% a 50% de N; de 40% a 50% de O con 60% a 50% de N; o 50% de O con 50% de N.

La película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58 puede tener un espesor en el rango de >0 nm a 40 nm, tal como, de 7 nm a 40 nm, de 10 nm a 40 nm, de 28 nm a 33 nm, o de 12 nm a 22 nm. En las realizaciones en las que la película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58 es una capa de gradiente, o en las que no hay película de nitruro metálico en la capa protectora, puede tener un espesor de 64 nm a 40 nm, tal como, de 22.5 nm a 39 nm, tal como, de 25 nm a 38 nm, tal como, de 28 nm a 37.5 nm.

La primera película protectora de nitruro metálico puede tener un espesor en el rango de >0 nm a 40 nm, tal como, de 7 nm a 40 nm, tal como, de 10 nm a 40 nm, tal como, de 25 nm a 40 nm, tal como, de 28 nm a 33 nm, tal como, de 20 nm a 25 nm, tal como, de 20 nm a 40 nm, tal como, de 10 nm a 16 nm. En las realizaciones en las que no hay película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58 y/o no hay segunda película protectora, la primera película protectora de nitruro metálico puede tener un espesor en el intervalo de 10 nm a 40 nm, preferentemente, de 25 nm a 40 nm, más preferentemente, de 28 nm a 33 nm. En las realizaciones en las que la tercera capa dieléctrica 58 tiene una película de oxinitruro metálico y la capa protectora 64 tiene una segunda película protectora, la primera película protectora de nitruro metálico puede tener un espesor de 10 nm a 40 nm, tal como, de 10 nm a 33 nm, tal como, de 10.5 nm a 30 nm, tal como, de 11.5 nm a 25 nm. En las realizaciones en las que la capa protectora 64 tiene tanto una primera película protectora de nitruro metálico y una segunda película protectora, la película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58 puede tener un espesor de 5 nm a 28 nm, tal como, de 7.5 nm a 26 nm, tal como, de 10 nm a 24 nm, tal como, de 12 nm a 22 nm.

En ciertas realizaciones, la invención tiene un espesor combinado de la película de oxinitruro metálico de la tercera capa dieléctrica 58 (si está presente) y/o de la primera película protectora de nitruro metálico (si está presente) de entre 20 nm y 80 nm, por ejemplo, de 32 nm a 80 nm, de 32 nm a 38 nm, o de 28 nm a 37 nm.

En ciertas realizaciones, la capa protectora 64 puede comprender una segunda película protectora que comprende TiAlO . Ejemplos no limitantes de la segunda película protectora pueden tener un rango de espesor tal como, de 10 nm a 40 nm, tal como, de 20 nm a 37 nm, tal como, de 24.5 nm a 30 nm, tal como, de 28.5 nm a 30 nm. Cabe señalar que la segunda película protectora puede aplicarse, por ejemplo, como capa superior más externa, a cualquier otra configuración de la capa superior, las películas de nitruro metálico y las películas de oxinitruro metálico que sea compatible con la presente divulgación. Alternativamente, pueden aplicarse capas funcionales o capas protectoras adicionales sobre la segunda película protectora (no mostrada). Esta película protectora adicional puede ser cualquiera de los materiales utilizados

para formar la capa protectora 64, o la segunda película protectora, o cualquier material que pueda utilizarse como capa de acabado. Del mismo modo, debe entenderse que un artículo recubierto no necesita incluir una segunda película protectora.

Cuando la capa protectora 64 comprende una pluralidad de capas, la capa protectora 64 tiene un espesor total (es decir, la suma de todos los espesores de las capas o películas dentro de la capa protectora 64) en el rango de 20 nm a 80 nm, tal como, de 30 nm a 70 nm, tal como, de 35 nm a 60 nm, tal como, de 40 nm a 55 nm.

El recubrimiento funcional 30 es el único recubrimiento del sustrato 12 (es decir, no hay otros recubrimientos en el sustrato 12). Por ejemplo, no hay recubrimiento en la primera superficie 14 cuando el recubrimiento funcional 30 está en la segunda superficie 16 del sustrato 12.

El recubrimiento funcional 30 es un recubrimiento templable. En la práctica de la invención, se desea mantener el color del artículo recubierto 10 antes y después del templado.

El recubrimiento funcional 30 proporciona un SHGC de referencia IGU inferior o igual a 0.38, tal como inferior o igual a 0,37, o tal como inferior o igual a 0,36.

El recubrimiento funcional 30 proporciona una UGI de referencia con una transmitancia de luz visible (LTA) de al menos el 67%, o tal como al menos el 69%.

El recubrimiento funcional 30 proporciona una UGI de referencia con una reflectancia de la luz visible externa inferior o igual al 18%, o por ejemplo inferior o igual al 16%. El recubrimiento funcional 30 proporciona una UGI de referencia con una reflectancia interna de la luz visible inferior o igual al 18%, o por ejemplo inferior o igual al 16%.

El recubrimiento funcional 30 proporciona una transmisión inferior al 50% en una gama de longitudes de onda de 350 nm a 395 nm. El recubrimiento funcional proporciona una transmisión inferior al 20% en una gama de longitudes de onda de 795 nm a 2700nm.

Los artículos recubiertos 10 aquí descritos pueden utilizarse en una transparencia arquitectónica.

También se proporciona una transparencia recubierta 100. La transparencia recubierta 100 puede ser un acristalamiento arquitectónico, tal como, pero no limitado a, una unidad de vidrio aislante (IGU), como se muestra en las Figs. 3A y 3B. La transparencia recubierta está compuesta por un primer sustrato 112 que presenta una superficie núm. 1 -114- y una superficie núm. 2 -116- opuesta a la superficie núm. 1 114, y un segundo sustrato -118- que presenta una superficie núm. 3 -120- y una superficie núm. 4 -122- opuesta a la superficie núm. 3 -120-. El segundo sustrato 118 está separado del primer sustrato 112 y la superficie núm. 3 -120- queda frente a la superficie núm. 2 -116-. El primer sustrato 112 y el segundo sustrato 118 están

unidos entre sí. En la realización ilustrada no limitativa de las figuras 3A y 3B, la superficie núm. 3 -114- da al exterior del edificio, es decir, es una superficie principal exterior, y la superficie núm. 2 -116- da al interior del edificio.

El primer sustrato 112 y el segundo sustrato 118 pueden ser cualquiera de los sustratos aquí descritos. El primer sustrato 112 y el segundo sustrato 118 pueden presentar cualquier nivel deseado de transmisión y/o reflexión de la luz visible, la radiación infrarroja o la radiación ultravioleta. Por ejemplo, el primer sustrato 112 y el segundo sustrato 118 pueden tener una transmisión de luz visible de cualquier cantidad deseada, por ejemplo, superior al 0% hasta el 100%. El primer sustrato 112 y el segundo sustrato 118 pueden ser, por ejemplo, vidrio flotado transparente, o bien vidrio tintado o de color; también es posible que uno de los sustratos 112, 118 sea de vidrio transparente y el otro, de vidrio de color. Aunque no limitan la invención, ejemplos de vidrio adecuado para el primer sustrato 112 y el segundo sustrato 118 se describen en las patentes estadounidenses números: 4,746,347; 4,792,536; 5,030,593; 5,030,594; 5,240,886; 5,385,872; y 5,393,593. Se pueden encontrar ejemplos de unidades de vidrio aislante, por ejemplo, en las patentes estadounidenses números: 4,193,236; 4,464,874; 5,088,258; y 5,106,663.

El primer sustrato 112 y el segundo sustrato 118 se unen entre sí de cualquier forma adecuada, por ejemplo, mediante la unión adhesiva a un marco espaciador convencional 124. Se forma un hueco o cámara 126 entre el primer sustrato 112 y el segundo sustrato 118. La cámara 126 puede rellenarse con una atmósfera seleccionada, como aire, o un gas no reactivo como argón o gas criptón.

El recubrimiento funcional 30 puede colocarse sobre la superficie núm. 2 -116- del primer sustrato 112, como se muestra en la Fig. 3A. Alternativamente, el recubrimiento funcional 30 puede colocarse sobre la superficie núm. 3 -120- del segundo sustrato 118, como se muestra en la FIG. 3B. El recubrimiento funcional 30 es cualquiera de los recubrimientos funcionales 30 descritos en el presente documento. El recubrimiento funcional 30 incluye la primera capa dieléctrica 32, situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la superficie núm. 2 -116- del primer sustrato 112 o de la superficie núm. 3 -120- del segundo sustrato 118, la primera capa metálica 38, que comprende un primer espesor, situada sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica 32; la primera capa de primer 40, situada sobre al menos una parte de la primera capa metálica 38 y en contacto directo con ella; la segunda capa dieléctrica 42 situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera capa de primer 40, en la que la segunda capa dieléctrica 42 incluye una primera película 44 situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera capa de primer 40,

una segunda película 46 situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la primera película 44, una tercera película 48 situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la segunda película 46, una cuarta película 50 situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la tercera película 48, y una quinta película 52 situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la cuarta película 50, una segunda capa metálica 54 que comprende un segundo espesor, situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42, la segunda capa de primer 56 situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la segunda capa metálica 54, la tercera capa dieléctrica 58 situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la segunda capa de primer 56, y la capa protectora 64 situada sobre y en contacto directo con al menos una parte de la tercera capa dieléctrica 58. La primera capa dieléctrica 32 puede ser cualquiera de las primeras capas dieléctricas 32 descritas en el presente documento. La primera capa metálica 38 puede ser cualquiera de las primeras capas metálicas 38 descritas en el presente documento. La primera capa de primer 40 puede ser cualquiera de las primeras capas de primer 40 descritas en el presente documento. La segunda capa dieléctrica 42 puede ser cualquiera de las segundas capas dieléctricas 42 descritas en el presente documento. La primera película 44, segunda película 46, tercera película 48, cuarta película 50 y quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42 puede ser cualquiera de las primeras películas 44, segundas películas 46, terceras películas 48, cuartas películas 50 y quintas películas 52 descritas en el presente documento. La segunda capa metálica 54 puede ser cualquiera de las segundas capas metálicas 54 descritas en el presente documento. La segunda capa de primer 56 puede ser cualquiera de las segundas capas de primer 56 descritas en el presente documento. La tercera capa dieléctrica 58 puede ser cualquiera de las terceras capas dieléctricas 58 descritas en el presente documento. La capa protectora 64 puede ser cualquiera de las capas protectoras 64 descritas en el presente documento.

La transparencia recubierta 100 comprende un SHGC de menos de 0.38, tal como menos de 0.37, o tal como menos de 0.36.

La transparencia recubierta 100 tiene una transmitancia de luz visible (LTA) de al menos el 67%, o de al menos el 69%.

La transparencia recubierta 100 tiene una reflectancia de luz visible externa inferior o igual al 18%, o inferior o igual al 16%. La transparencia recubierta tiene una reflectancia interna de la luz visible inferior o igual al 18%, o inferior o igual al 16%.

Cuando el recubrimiento funcional 30 se encuentra sobre la superficie núm. 2 -116- del primer sustrato 112, dicho recubrimiento funcional 30 es el único recubrimiento presente en el

primer sustrato 112. Cuando el recubrimiento funcional 30 está en el núm. 3 superficie 120 del segundo sustrato 118, el recubrimiento funcional 30 es el único recubrimiento del segundo sustrato 118.

También se proporciona un método para reducir el SHGC de una unidad de vidrio aislante. El método consiste en proporcionar un primer sustrato 112 que comprende una superficie núm. 1 -114- y una superficie núm. 2 -116- opuesta a la superficie núm. 1 -112-; proporcionar un segundo sustrato 118 que comprende una superficie núm. 3 -120- y una superficie núm. 4 -122- opuesta a la superficie núm. 3 120, en el que el segundo sustrato 118 está separado del primer sustrato 112, en el que la superficie núm. 3 -120- se encuentra frente a la superficie núm. 2 -116-, y en el que el primer sustrato 112 y el segundo sustrato 118 están conectados entre sí; y formar un recubrimiento funcional 30 sobre al menos una parte de la superficie núm. 2 -116- del primer sustrato 118 o de la superficie núm. 3 -120- del segundo sustrato 118. La formación del recubrimiento funcional 30 comprende: formar una primera capa dieléctrica 32 sobre al menos una parte de la superficie No. 2 -116- del primer sustrato 112 o de la superficie No. 3 -120- del segundo sustrato 118; formar una primera capa metálica 38 con un primer espesor sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica 32; formar una primera capa de primer 40 sobre al menos una parte de la primera capa metálica 38; formar una segunda capa dieléctrica 42 sobre al menos una parte de la primera capa de primer 40, en la que la formación de la segunda capa dieléctrica 42 comprende: formando una primera película 44 sobre al menos una parte de la primera capa de primer 40, formando una segunda película 46 sobre al menos una parte de la primera película 44, formando una tercera película 48 sobre al menos una parte de la segunda película 46, formando una cuarta película 50 sobre al menos una parte de la tercera película 48, y formando una quinta película 52 sobre al menos una parte de la cuarta película 50; formando una segunda capa metálica 54 que comprende un segundo espesor sobre al menos una parte de la quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42; formando una segunda capa de primer 56 sobre al menos una parte de la segunda capa metálica 54; formando una tercera capa dieléctrica 58 sobre al menos una parte de la segunda capa de primer 56; y formando una capa protectora 64 sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica 58. El recubrimiento funcional 30 proporciona a la unidad de vidrio aislante un SHGC inferior o igual a 0.38, tal como inferior o igual a 0.37, o tal como inferior o igual a 0.36.

El recubrimiento funcional 30 puede ser cualquiera de los recubrimientos funcionales 30 descritos en el presente documento. La primera capa dieléctrica 32 puede ser cualquiera de las primeras capas dieléctricas 32 descritas en el presente documento. La primera capa metálica

38 puede ser cualquiera de las primeras capas metálicas 38 descritas en el presente documento. La primera capa de primer 40 puede ser cualquiera de las primeras capas de primer 40 descritas en el presente documento. La segunda capa dieléctrica 42 puede ser cualquiera de las segundas capas dieléctricas 42 descritas en el presente documento. La primera película 44, segunda película 46, tercera película 48, cuarta película 50 y quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42 puede ser cualquiera de las primeras películas 44, segundas películas 46, terceras películas 48, cuartas películas 50 y quintas películas 52 descritas en el presente documento. La segunda capa metálica 54 puede ser cualquiera de las segundas capas metálicas 54 descritas en el presente documento. La segunda capa de primer 56 puede ser cualquiera de las segundas capas de primer 56 descritas en el presente documento. La tercera capa dieléctrica 58 puede ser cualquiera de las terceras capas dieléctricas 58 descritas en el presente documento. La capa protectora 64 puede ser cualquiera de las capas protectoras 64 descritas en el presente documento.

También se proporciona un método para fabricar un artículo recubierto. El método comprende: proporcionar un sustrato 12 que comprenda una primera superficie 14 y una segunda superficie 16 opuesta a la primera superficie 14; y formando un recubrimiento funcional 30 sobre al menos una parte de la segunda superficie 16 del sustrato 12. La formación del recubrimiento funcional 30 comprende: formando una primera capa dieléctrica 32 sobre al menos una parte de la segunda superficie 16 del sustrato 12; formando una primera capa metálica 38 que comprende un primer espesor sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica 32; formando una primera capa de primer 40 sobre al menos una parte de la primera capa metálica 38; formando una segunda capa dieléctrica 42 colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer 40, en la que la formación de la segunda capa dieléctrica 42 comprende: formando una primera película 44 sobre al menos una parte de la primera capa de primer 40, formando una segunda película 46 sobre al menos una parte de la primera película 44, formando una tercera película 48 sobre al menos una parte de la segunda película 46, formando una cuarta película 50 sobre al menos una parte de la tercera película 48, y formando una quinta película 52 sobre al menos una parte de la cuarta película 50; formando una segunda capa metálica 54 que comprende un segundo espesor sobre al menos una parte de la quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42; formando una segunda capa de primer 56 sobre al menos una parte de la segunda capa metálica 54; formando una tercera capa dieléctrica 58 sobre al menos una parte de la segunda capa de primer 56; y formando una capa protectora 64 sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica 58. El recubrimiento funcional 30

proporciona a la unidad de vidrio aislante un SHGC inferior o igual a 0.38, tal como inferior o igual a 0.37, o tal como inferior o igual a 0.36.

El recubrimiento funcional 30 puede ser cualquiera de los recubrimientos funcionales 30 descritos en el presente documento. La primera capa dieléctrica 32 puede ser cualquiera de las primeras capas dieléctricas 32 descritas en el presente documento. La primera capa metálica 38 puede ser cualquiera de las primeras capas metálicas 38 descritas en el presente documento. La primera capa de primer 40 puede ser cualquiera de las primeras capas de primer 40 descritas en el presente documento. La segunda capa dieléctrica 42 puede ser cualquiera de las segundas capas dieléctricas 42 descritas en el presente documento. La primera película 44, segunda película 46, tercera película 48, cuarta película 50 y quinta película 52 de la segunda capa dieléctrica 42 puede ser cualquiera de las primeras películas 44, segundas películas 46, terceras películas 48, cuartas películas 50 y quintas películas 52 descritas en el presente documento. La segunda capa metálica 54 puede ser cualquiera de las segundas capas metálicas 54 descritas en el presente documento. La segunda capa de primer 56 puede ser cualquiera de las segundas capas de primer 56 descritas en el presente documento. La tercera capa dieléctrica 58 puede ser cualquiera de las terceras capas dieléctricas 58 descritas en el presente documento. La capa protectora 64 puede ser cualquiera de las capas protectoras 64 descritas en el presente documento.

Un recubrimiento funcional 30 según la invención se proporciona en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

Capa	Material ejemplar	Espesor
Primer película de la primera capa dieléctrica	Estannato de zinc u Óxido de estaño	18-29 nm Preferentemente 20-27 nm Más preferentemente 21-26 nm más preferentemente 22.5-24.5 nm
Segunda película de la segunda capa dieléctrica	Óxido de zinc	4-12 nm Preferentemente 5-11 nm Más preferentemente 6-10 nm Aún más preferentemente 7-9 nm
Primer capa metálica	Plata	10.5-16.5 nm Preferentemente 11-16 nm Más preferentemente 11.5-15.5 nm Aún más preferentemente 12.5-14.5 nm

Primer capa de primer	Titanio	0.5-5 nm Preferentemente 1-4 nm Más preferentemente 1.5-3.5 nm Aún más preferentemente 2-3 nm
Primer película de la segunda capa dieléctrica	Óxido de zinc	4-12 nm Preferentemente 5-11 nm Más preferentemente 6-10 nm Aún más preferentemente 7-9 nm
Segunda película de la segunda capa dieléctrica	Estannato de zinc	10-45 nm Preferentemente 18-30 nm Más preferentemente 21-26 nm más preferentemente 22.5-24.5 nm
Tercera película de la segunda capa dieléctrica	Óxido de zinc	7-35 nm Preferentemente 16-25 nm Más preferentemente 18-23 nm Más preferentemente 18.5-21.5 nm
Cuarta película de la segunda capa dieléctrica	Estannato de zinc	10-45 nm Preferentemente 18-31 nm Más preferentemente 19-27 nm Aún más preferentemente 23-25 nm
Quinta película de la segunda capa dieléctrica	Óxido de zinc	4-12 nm Preferentemente 5-11 nm Más preferentemente 6-10 nm Aún más preferentemente 7-9 nm
Segunda capa metálica	Plata	11-18 nm Preferentemente 12-17 nm Más preferentemente 12.5-16.5 nm Aún más preferentemente 13.5-15.5 nm
Segunda capa de primer	Titanio	0.5-5 nm Preferentemente 1-4 nm Más preferentemente 1.5-3.5 nm Aún más preferentemente 2-3 nm
Primera película de la tercera capa dieléctrica	Óxido de zinc	4-12 nm Preferentemente 5-11 nm

		Más preferentemente 6-10 nm Aún más preferentemente 7-9 nm
Segunda película de la tercera capa dieléctrica	Estannato de zinc	12-22 nm Preferentemente 13-21 nm Más preferentemente 16-20 nm Aún más preferentemente 16.5-19 nm
Capa protectora	Titania	2-9 nm Preferentemente 3-8 nm Más preferentemente 3.5-7.5 nm Aún más preferentemente 4.5-6.5 nm

Las siguientes cláusulas numeradas son ilustrativas de varios aspectos de la invención:

Cláusula 1. El artículo recubierto comprende: un sustrato que comprende una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera; y un recubrimiento funcional colocado sobre al menos una parte de la segunda superficie del sustrato, en el que el recubrimiento funcional comprende: una primera capa dieléctrica situada sobre al menos una parte de la segunda superficie del sustrato; una primera capa metálica colocada sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica, la primera capa metálica que comprende un primer espesor; una primera capa de primer situada sobre al menos una parte de la primera capa metálica; una segunda capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer, comprendiendo la segunda capa dieléctrica: una primera película colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer, una segunda película colocada sobre al menos una parte de la primera película, una tercera película colocada sobre al menos una parte de la segunda película, una cuarta película colocada sobre al menos una parte de la tercera película, y una quinta película colocada sobre al menos una parte de la cuarta película; una segunda capa metálica situada sobre al menos una parte de la quinta película de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la segunda capa metálica un segundo espesor; una segunda capa de primer situada sobre al menos una parte de la segunda capa metálica; una tercera capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la segunda capa del primer; y una capa protectora colocada sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica, en la que el recubrimiento funcional proporciona un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de la unidad de vidrio aislante (IGU) de referencia inferior o igual a 0.38.

Cláusula 2. El artículo recubierto de la cláusula 1, en el que el recubrimiento funcional consta de dos capas metálicas.

Cláusula 3. El artículo recubierto de la cláusula 1 o 2, en el que el recubrimiento funcional proporciona un SHGC de referencia IGU inferior o igual a 0.36.

Cláusula 4. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 3, en el que la primera capa dieléctrica comprende una primera película que comprende óxido de estaño o estannato de zinc sobre al menos una parte de la segunda superficie del sustrato y una segunda película que comprende óxido de zinc sobre al menos una parte de la primera película.

Cláusula 5. El artículo recubierto de la cláusula 4, en el que la primera película de la primera capa dieléctrica comprende óxido de estaño.

Cláusula 6. El artículo recubierto de la cláusula 4 o 5, en el que la primera película comprende un espesor en el intervalo de 18 nm a 29 nm, tal como de 20 nm a 27 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22,5 nm a 24.5 nm; y en donde la segunda película comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

Cláusula 7. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 6, en el que la primera capa dieléctrica comprende un espesor total en el rango de 22 nm a 41 nm, tal como de 25 nm a 38 nm, tal como de 27 nm a 36 nm, o tal como de 29.5 nm a 33.5 nm.

Cláusula 8. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 7, en el que la primera capa metálica comprende al menos una de plata, cobre, oro, aluminio, mezclas de los mismos o aleaciones de los mismos.

Cláusula 9. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 8, en el que la primera capa metálica comprende plata.

Cláusula 10. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 9, en el que el primer espesor oscila entre 10.5 nm y 16.5 nm, tal como de 11 nm a 16 nm, tal como de 11.5 nm a 15.5 nm, o tal como de 12.5 nm a 14.5 nm.

Cláusula 11. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 10, en el que la primera capa de primer se selecciona entre titanio, cobalto, silicio, zinc, aluminio, vanadio, tungsteno, tantalio, niobio, circonio, manganeso, cromo, estaño, níquel, galio, indio, germanio, magnesio, molibdeno, plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio-zinc, vanadio-zinc, tungsteno-tantalio, titanio-niobio, circonio-niobio, tungsteno-niobio, aluminio-niobio, aluminio-titanio, tungsteno-titanio, tantalio-titanio, zinc-titanio, aluminio-plata, zinc-estaño, indio-zinc, plata-zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos, y en la que la primera capa de primer se deposita como metal y puede oxidarse posteriormente.

Cláusula 12. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 11, en el que la primera capa de primer comprende titanio.

Cláusula 13. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 12, en el que la primera capa de primer comprende un espesor en el intervalo de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Cláusula 14. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 13, en el que la primera película, la tercera película y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprenden un primer material, en el que la segunda película y la cuarta película de la segunda capa dieléctrica comprenden un segundo material, y en el que el primer material es diferente del segundo material.

Cláusula 15. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 14, en el que: la primera película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc; la segunda película de la segunda capa dieléctrica comprende estannato de zinc; la tercera película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc; la cuarta película de la segunda capa dieléctrica comprende estannato de zinc; y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc.

Cláusula 16. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 15, en el que: la primera película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm; la segunda película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 10 nm a 45 nm, tal como de 18 nm a 30 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22.5 nm a 24.5 nm; la tercera película de la segunda capa dieléctrica tiene un espesor comprendido entre 7 nm y 35 nm, por ejemplo entre 16 nm y 25 nm, entre 18 nm y 23 nm, o entre 18.5 nm y 21.5 nm; la cuarta película de la segunda capa dieléctrica tiene un espesor comprendido entre 10 nm y 45 nm, por ejemplo entre 18 nm y 31 nm, entre 19 nm y 27 nm, o entre 23 nm y 25 nm; y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

Cláusula 17. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 16, en el que la segunda capa dieléctrica comprende un espesor total en el rango de 35 nm a 149 nm, tal como de 62 nm a 108 nm, tal como de 70 nm a 96 nm, o tal como de 78 nm a 89 nm.

Cláusula 18. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 17, en el que la segunda capa metálica comprende al menos una de plata, cobre, oro, aluminio, mezclas de los mismos o aleaciones de los mismos.

Cláusula 19. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 18, en el que la segunda capa metálica comprende plata.

Cláusula 20. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 19, en el que el segundo espesor oscila entre 11 nm y 18 nm, tal como de 12 nm a 17 nm, tal como de 12.5 nm a 16.5 nm, o tal como de 13.5 nm a 15.5 nm.

Cláusula 21. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 20, en el que el segundo espesor es mayor que el primero.

Cláusula 22. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 21, en el que una relación entre el primer espesor y el segundo espesor es menor o igual a 0.95 : 1.

Cláusula 23. El artículo recubierto según cualquiera de las cláusulas 1 a 22, en el que la segunda capa de primer se selecciona entre titanio, cobalto, silicio, zinc, aluminio, vanadio, tungsteno, tantalio, niobio, circonio, manganeso, cromo, estaño, níquel, galio, indio, germanio, magnesio, molibdeno, plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio-zinc, vanadio-zinc, tungsteno-tantalio, titanio-niobio, circonio-niobio, tungsteno-niobio, aluminio-niobio, aluminio-titanio, tungsteno-titanio, tantalio-titanio, zinc-titanio, aluminio-plata, zinc-estaño, indio-zinc, plata-zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos, y en la que la segunda capa de primer se deposita como metal y puede oxidarse posteriormente.

Cláusula 24. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 23, en el que la segunda capa de primer comprende titanio.

Cláusula 25. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 24, en el que la segunda capa de primer comprende un espesor en el intervalo de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Cláusula 26. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 25 1, en el que la tercera capa dieléctrica comprende una primera película que comprende óxido de zinc sobre al menos una parte de la segunda capa de primer y una segunda película que comprende estannato de zinc sobre al menos una parte de la primera película.

Cláusula 27. El artículo recubierto de la cláusula 26, en el que la primera película comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm; y en donde la segunda película comprende un espesor en el rango de 12 nm a 22 nm, tal como de 13 nm a 21 nm, tal como de 16 nm a 20 nm, o tal como de 16.5 nm a 19 nm.

Cláusula 28. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 27, en el que la tercera capa dieléctrica comprende un espesor total en el intervalo de 16 nm a 34 nm, tal como de 18 nm a 32 nm, tal como de 22 nm a 30 nm, o tal como de 23.5 nm a 28 nm.

Cláusula 29. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 28, en el que la primera capa dieléctrica, la segunda capa dieléctrica y la tercera capa dieléctrica no contienen nitruro de silicio.

Cláusula 30. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 28, en el que la primera capa dieléctrica, la segunda capa dieléctrica y la tercera capa dieléctrica no contienen zinc metálico.

Cláusula 31. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 30, en el que la capa protectora es la capa más externa del recubrimiento funcional.

Cláusula 32. El artículo recubierto de la reivindicación 29, en el que la capa protectora comprende un espesor en el intervalo de 2 nm a 9 nm, tal como de 3 nm a 8 nm, tal como de 3.5 nm a 7.5 nm, o tal como de 4.5 nm a 6.5 nm.

Cláusula 33. El artículo de recubrimiento de cualquiera de las cláusulas 1 a 32, en el que el recubrimiento funcional proporciona una unidad de vidrio aislante (IGU) de referencia con una transmitancia de luz visible (LTA) de al menos el 67%, o tal como al menos el 69%.

Cláusula 34. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 33, en el que el recubrimiento funcional proporciona una transmisión inferior al 50% en una gama de longitudes de onda de 350 nm a 395 nm.

Cláusula 35. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 34, en el que el recubrimiento funcional proporciona una transmisión inferior al 20% en una gama de longitudes de onda de 795 nm a 2700 nm.

Cláusula 36. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 35, en el que el recubrimiento funcional es un recubrimiento templable.

Cláusula 37. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 36, en el que el recubrimiento funcional es el único recubrimiento del sustrato.

Cláusula 38. El artículo recubierto de cualquiera de las cláusulas 1 a 37, en el que el sustrato comprende vidrio.

Cláusula 39. El artículo recubierto comprende: un primer sustrato que comprende una superficie núm. 1 y una superficie núm. 2 opuesta a la superficie núm. 1, un segundo sustrato que comprende una superficie núm. 3 y una superficie núm. 4 opuesta a la superficie núm. 3, en el que el segundo sustrato está separado del primer sustrato, en el que la superficie núm. 3 está orientada hacia la superficie núm. 2, y en el que el primer sustrato y el segundo sustrato están unidos entre sí; y un recubrimiento funcional situado sobre la superficie núm. 2 del primer sustrato o sobre la superficie núm. 3 del segundo sustrato, en el que el recubrimiento funcional comprende: una primera capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte del núm. 2

superficie del primer sustrato o del núm. 3 superficie del segundo sustrato; una primera capa metálica colocada sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica, la primera capa metálica que comprende un primer espesor; una primera capa de primer situada sobre al menos una parte de la primera capa metálica; una segunda capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer, comprendiendo la segunda capa dieléctrica: una primera película colocada sobre al menos una parte de la primera capa de primer, una segunda película colocada sobre al menos una parte de la primera película, una tercera película colocada sobre al menos una parte de la segunda película, una cuarta película colocada sobre al menos una parte de la tercera película, y una quinta película colocada sobre al menos una parte de la cuarta película; una segunda capa metálica situada sobre al menos una parte de la quinta película de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la segunda capa metálica un segundo espesor; una segunda capa de primer situada sobre al menos una parte de la segunda capa metálica; una tercera capa dieléctrica colocada sobre al menos una parte de la segunda capa del primer; y una capa protectora colocada sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica, en la que la transparencia recubierta comprende un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de inferior a 0.38.

Cláusula 40. La transparencia recubierta de la cláusula 39, en la que el recubrimiento funcional consta de dos capas metálicas.

Cláusula 41. La transparencia recubierta de la cláusula 39 o 40, en la que el recubrimiento funcional proporciona un SHGC de referencia IGU inferior o igual a 0.36.

Cláusula 42. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 41, en la que la primera capa dieléctrica comprende una primera película que comprende óxido de estaño o estannato de zinc sobre al menos una parte de la superficie núm. 2 del primer sustrato y una segunda película que comprende óxido de zinc sobre al menos una parte de la primera película.

Cláusula 43. La transparencia recubierta de la cláusula 42, en la que la primera película de la primera capa dieléctrica comprende óxido de estaño.

Cláusula 44. La transparencia recubierta de la cláusula 42 o 43, en la que la primera película comprende un espesor en el intervalo de 18 nm a 29 nm, tal como de 20 nm a 27 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22.5 nm a 24.5 nm; y en donde la segunda película comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

Cláusula 45. La transparencia recubierta de una cualquiera de las cláusulas 39 a 44, en la que la primera capa dieléctrica comprende un espesor total en el intervalo de 22 nm a 41 nm, tal como de 25 nm a 38 nm, tal como de 27 nm a 36 nm, o tal como de 29.5 nm a 33.5 nm.

Cláusula 46. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 45, en la que la primera capa metálica comprende al menos una de plata, cobre, oro, aluminio, mezclas de los mismos o aleaciones de los mismos.

Cláusula 47. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 46, en la que la primera capa metálica comprende plata.

Cláusula 48. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 47, en la que el primer espesor oscila entre 10.5 nm y 16.5 nm, tal como de 11 nm a 16 nm, tal como de 11.5 nm a 15.5 nm, o tal como de 12.5 nm a 14.5 nm.

Cláusula 49. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 48, en la que la primera capa de primer se selecciona entre titanio, cobalto, silicio, zinc, aluminio, vanadio, tungsteno, tantalio, niobio, circonio, manganeso, cromo, estaño, níquel, galio, indio, germanio, magnesio, molibdeno, plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio-zinc, vanadio-zinc, tungsteno-tantalio, titanio-niobio, circonio-niobio, tungsteno-niobio, aluminio-niobio, aluminio-titanio, tungsteno-titanio, tantalio-titanio, zinc-titanio, aluminio-plata, zinc-estaño, indio-zinc, plata-zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos, y en la que la primera capa de primer se deposita como metal y puede oxidarse posteriormente.

Cláusula 50. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 49, en la que la primera capa de primer comprende titanio.

Cláusula 51. La transparencia recubierta de una cualquiera de las cláusulas 39 a 50, en la que la primera capa de primer comprende un espesor en el intervalo de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Cláusula 52. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 51, en la que la primera película, la tercera película y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprenden un primer material, en la que la segunda película y la cuarta película de la segunda capa dieléctrica comprenden un segundo material, y en la que el primer material es diferente del segundo material.

Cláusula 53. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 52, en la que: la primera película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc; la segunda película de la segunda capa dieléctrica comprende estannato de zinc; la tercera película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc; la cuarta película de la segunda capa dieléctrica comprende estannato de zinc; y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc.

Cláusula 54. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 53, en la que: la primera película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 4

nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm; la segunda película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 10 nm a 45 nm, tal como de 18 nm a 30 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22.5 nm a 24.5 nm; la tercera película de la segunda capa dieléctrica tiene un espesor comprendido entre 7 nm y 35 nm, por ejemplo entre 16 nm y 25 nm, entre 18 nm y 23 nm, o entre 18.5 nm y 21.5 nm; la cuarta película de la segunda capa dieléctrica tiene un espesor comprendido entre 10 nm y 45 nm, por ejemplo entre 18 nm y 31 nm, entre 19 nm y 27 nm, o entre 23 nm y 25 nm; y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

Cláusula 55. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 54, en la que la segunda capa dieléctrica comprende un espesor total en el intervalo de 35 nm a 149 nm, tal como de 62 nm a 108 nm, tal como de 70 nm a 96 nm, o tal como de 78 nm a 89 nm.

Cláusula 56. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 55, en la que la segunda capa metálica comprende al menos una de plata, cobre, oro, aluminio, mezclas de los mismos o aleaciones de los mismos.

Cláusula 57. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 56, en la que la segunda capa metálica comprende plata.

Cláusula 58. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 57, en la que el segundo espesor oscila entre 11 nm y 18 nm, tal como entre 12 nm y 17 nm, tal como entre 12.5 nm y 16.5 nm, o tal como entre 13.5 nm y 15.5 nm.

Cláusula 59. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 58, en la que el segundo espesor es mayor que el primero.

Cláusula 60. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 59, en la que una relación entre el primer espesor y el segundo espesor es menor o igual a 0.95 : 1.

Cláusula 61. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 60, en la que la segunda capa de primer se selecciona entre titanio, cobalto, silicio, zinc, aluminio, vanadio, tungsteno, tantalio, niobio, circonio, manganeso, cromo, estaño, níquel, galio, indio, germanio, magnesio, molibdeno, plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio-zinc, vanadio-zinc, tungsteno-tantalio, titanio-niobio, circonio-niobio, tungsteno-niobio, aluminio-niobio, aluminio-titanio, tungsteno-titanio, tantalio-titanio, zinc-titanio, aluminio-plata, zinc-estaño, indio-zinc, plata-zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos, y en la que la segunda capa de primer se deposita como metal y puede oxidarse posteriormente.

Cláusula 62. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 61, en la que la segunda capa de primer comprende titanio.

Cláusula 63. La transparencia recubierta de una cualquiera de las cláusulas 39 a 62, en la que la segunda capa de primer comprende un espesor en el intervalo de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Cláusula 64. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 63, en la que la tercera capa dieléctrica comprende una primera película que comprende óxido de zinc sobre al menos una parte de la segunda capa de primer y una segunda película que comprende estannato de zinc sobre al menos una parte de la primera película.

Cláusula 65. La transparencia recubierta de la cláusula 64, en la que la primera película comprende un espesor en el intervalo de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm; y en donde la segunda película comprende un espesor en el rango de 12 nm a 22 nm, tal como de 13 nm a 21 nm, tal como de 16 nm a 20 nm, o tal como de 16.5 nm a 19 nm.

Cláusula 66. La transparencia recubierta de una cualquiera de las cláusulas 39 a 65, en la que la tercera capa dieléctrica comprende un espesor total en el intervalo de 16 nm a 34 nm, tal como de 18 nm a 32 nm, tal como de 22 nm a 30 nm, o tal como de 23.5 nm a 28 nm.

Cláusula 67. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 66, en la que la primera capa dieléctrica, la segunda capa dieléctrica y la tercera capa dieléctrica no contienen nitruro de silicio.

Cláusula 68. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 66, en la que la primera capa dieléctrica, la segunda capa dieléctrica y la tercera capa dieléctrica no contienen zinc metálico.

Cláusula 69. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 68, en la que la capa protectora es la capa más externa del recubrimiento funcional.

Cláusula 70. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 69, en la que la capa protectora comprende titania.

Cláusula 71. La transparencia recubierta de una cualquiera de las cláusulas 39 a 70, en la que la capa protectora comprende un espesor en el intervalo de 2 nm a 9 nm, tal como de 3 nm a 8 nm, tal como de 3.5 nm a 7.5 nm, o tal como de 4.5 nm a 6.5 nm.

Cláusula 72. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 71, en la que la transparencia recubierta tiene una transmitancia de luz visible (LTA) de al menos el 67%, o de al menos el 69%.

Cláusula 73. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 72, en la que el recubrimiento funcional proporciona una transmisión inferior al 50% en una gama de longitudes de onda de 350 nm a 395 nm.

Cláusula 74. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 73, en la que el recubrimiento funcional proporciona una transmisión inferior al 20% en una gama de longitudes de onda de 795 nm a 2700 nm.

Cláusula 75. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 74, en la que el recubrimiento funcional es un recubrimiento templable.

Cláusula 76. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 75, en la que el recubrimiento funcional es el único recubrimiento del primer sustrato o del segundo sustrato.

Cláusula 77. La transparencia recubierta de cualquiera de las cláusulas 39 a 76, en la que el primer sustrato y el segundo sustrato son de vidrio.

Cláusula 78. Un método para reducir un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de una unidad de vidrio aislante, el método comprende: proporcionar un primer sustrato que comprende una superficie núm. 1 y una superficie núm. 2 opuesta a la superficie núm. 1; proporcionar un segundo sustrato que comprende una superficie núm. 3 y una superficie núm. 4 opuesta a la superficie núm. 3, en el que el segundo sustrato está separado del primer sustrato, en el que la superficie núm. 3 está orientada hacia la superficie núm. 2, y en el que el primer sustrato y el segundo sustrato están unidos entre sí; y formar un recubrimiento funcional sobre al menos una parte de la superficie núm. 2 del primer sustrato o de la superficie núm. 3 del segundo sustrato, en el que la formación del recubrimiento funcional comprende: formar una primera capa dieléctrica sobre al menos una parte de la superficie núm. 2 del primer sustrato o de la superficie núm. 3 del segundo sustrato; formar una primera capa metálica sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica, comprendiendo la primera capa metálica un primer espesor; formar una primera capa de primer sobre al menos una parte de la primera capa metálica; formar una segunda capa dieléctrica sobre al menos una parte de la primera capa de primer, en la que la formación de la segunda capa dieléctrica comprende: formar una primer película sobre al menos una parte de la primera capa de primer, formación de una segunda película sobre al menos una parte de la primera película, formación de una tercera película sobre al menos una parte de la segunda película, formación de una cuarta película sobre al menos una parte de la tercera película, y formación de una quinta película sobre al menos una parte de la cuarta película; formar una segunda capa metálica sobre al menos una parte de la quinta película de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la segunda capa metálica un segundo espesor; formar una segunda capa de primer sobre al menos una parte de la segunda capa metálica; formar una tercera capa dieléctrica sobre al menos una parte de la segunda capa de primer; y formar una capa protectora sobre al menos una parte de la

tercera capa dieléctrica, en la que el recubrimiento funcional proporciona a la unidad de vidrio aislante un SHGC inferior o igual a 0.38.

Cláusula 79. El método de la cláusula 78, en el que el recubrimiento funcional consta de dos capas metálicas.

Cláusula 80. El método de la cláusula 78 o 79, en el que el recubrimiento funcional proporciona un SHGC de referencia IGU inferior o igual a 0.36.

Cláusula 81. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 80, en el que la primera capa dieléctrica comprende una primera película que comprende óxido de estaño o estannato de zinc sobre al menos una parte de la segunda superficie del sustrato y una segunda película que comprende óxido de zinc sobre al menos una parte de la primera película.

Cláusula 82. El método de la cláusula 81, en el que la primera película de la primera capa dieléctrica comprende óxido de estaño.

Cláusula 83. El método de la cláusula 81 u 82, en el que la primera película comprende un espesor en el intervalo de 18 nm a 29 nm, tal como de 20 nm a 27 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22.5 nm a 24.5 nm; y en donde la segunda película comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

Cláusula 84. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 83, en el que la primera capa dieléctrica comprende un espesor total en el intervalo de 22 nm a 41 nm, tal como de 25 nm a 38 nm, tal como de 27 nm a 36 nm, o tal como de 29.5 nm a 33.5 nm.

Cláusula 85. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 84, en el que la primera capa metálica comprende al menos una de plata, cobre, oro, aluminio, mezclas de los mismos o aleaciones de los mismos.

Cláusula 86. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 85, en el que la primera capa metálica comprende plata.

Cláusula 87. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 86, en el que el primer espesor oscila entre 10.5 nm y 16.5 nm, tal como de 11 nm a 16 nm, tal como de 11.5 nm a 15.5 nm, o tal como de 12.5 nm a 14.5 nm.

Cláusula 88. El método descrito en cualquiera de las cláusulas 78 a 87, en el que la primera capa de primer se selecciona entre titanio, cobalto, silicio, zinc, aluminio, vanadio, tungsteno, tantalio, niobio, circonio, manganeso, cromo, estaño, níquel, galio, indio, germanio, magnesio, molibdeno, plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio-zinc, vanadio-zinc, tungsteno-tantalio, titanio-niobio, circonio-niobio, tungsteno-niobio, aluminio-niobio, aluminio-titanio, tungsteno-titanio, tantalio-titanio, zinc-titanio, aluminio-plata, zinc-

estaño, indio-zinc, plata-zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos, y en la que la primera capa de primer se deposita como metal y puede oxidarse posteriormente.

Cláusula 89. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 88, en el que la primera capa de primer comprende titanio.

Cláusula 90. El método de una cualquiera de las cláusulas 78 a 89, en el que la primera capa de primer comprende un espesor en el intervalo de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Cláusula 91. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 90, en el que la primera película, la tercera película y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprenden un primer material, en el que la segunda película y la cuarta película de la segunda capa dieléctrica comprenden un segundo material, y en el que el primer material es diferente del segundo material.

Cláusula 92. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 91, en el que: la primera película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc; la segunda película de la segunda capa dieléctrica comprende estannato de zinc; la tercera película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc; la cuarta película de la segunda capa dieléctrica comprende estannato de zinc; y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc.

Cláusula 93. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 92, en el que: la primera película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm; la segunda película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 10 nm a 45 nm, tal como de 18 nm a 30 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22.5 nm a 24.5 nm; la tercera película de la segunda capa dieléctrica tiene un espesor comprendido entre 7 nm y 35 nm, por ejemplo entre 16 nm y 25 nm, entre 18 nm y 23 nm, o entre 18.5 nm y 21.5 nm; la cuarta película de la segunda capa dieléctrica tiene un espesor comprendido entre 10 nm y 45 nm, por ejemplo entre 18 nm y 31 nm, entre 19 nm y 27 nm, o entre 23 nm y 25 nm; y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

Cláusula 94. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 93, en el que la segunda capa dieléctrica comprende un espesor total en el rango de 35 nm a 149 nm, tal como de 62 nm a 108 nm, tal como de 70 nm a 96 nm, o tal como de 78 nm a 89 nm.

Cláusula 95. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 94, en el que la segunda capa metálica comprende al menos una de plata, cobre, oro, aluminio, mezclas de los mismos o aleaciones de los mismos.

Cláusula 96. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 95, en el que la segunda capa metálica comprende plata.

Cláusula 97. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 96, en el que el segundo espesor oscila entre 11 nm y 18 nm, tal como de 12 nm a 17 nm, tal como de 12.5 nm a 16.5 nm, o tal como de 13.5 nm a 15.5 nm.

Cláusula 98. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 97, en el que el segundo espesor es mayor que el primero.

Cláusula 99. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 98, en el que una relación entre el primer espesor y el segundo espesor es menor o igual a 0.95 : 1.

Cláusula 100. El método descrito en cualquiera de las cláusulas 78 a 99, en el que la segunda capa de primer se selecciona entre titanio, cobalto, silicio, zinc, aluminio, vanadio, tungsteno, tantalio, niobio, circonio, manganeso, cromo, estaño, níquel, galio, indio, germanio, magnesio, molibdeno, plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio-zinc, vanadio-zinc, tungsteno-tantalio, titanio-niobio, circonio-niobio, tungsteno-niobio, aluminio-niobio, aluminio-titanio, tungsteno-titanio, tantalio-titanio, zinc-titanio, aluminio-plata, zinc-estaño, indio-zinc, plata-zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos, y en la que la segunda capa de primer se deposita como metal y puede oxidarse posteriormente.

Cláusula 101. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 100, en el que la primera capa de primer comprende titanio.

Cláusula 102. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 101, en el que la segunda capa de primer comprende un espesor en el intervalo de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Cláusula 103. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 102, en el que la tercera capa dieléctrica comprende una primera película que comprende óxido de zinc sobre al menos una parte de la segunda capa de primer y una segunda película que comprende estannato de zinc sobre al menos una parte de la primera película.

Cláusula 104. El método de la cláusula 103, donde la primera película comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm; y en donde la segunda película comprende un espesor en el rango de 12 nm a 22 nm, tal como de 13 nm a 21 nm, tal como de 16 nm a 20 nm, o tal como de 16.5 nm a 19 nm.

Cláusula 105. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 104, en el que la tercera capa dieléctrica comprende un espesor total en el intervalo de 16 nm a 34 nm, tal como de 18 nm a 32 nm, tal como de 22 nm a 30 nm, o tal como de 23.5 nm a 28 nm.

Cláusula 106. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 105, en el que la primera capa dieléctrica, la segunda capa dieléctrica y la tercera capa dieléctrica no contienen nitruro de silicio.

Cláusula 107. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 105, en el que la primera capa dieléctrica, la segunda capa dieléctrica y la tercera capa dieléctrica están libres de zinc metálico.

Cláusula 108. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 107, en el que la capa protectora es la capa más externa del recubrimiento funcional.

Cláusula 109. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 108, en el que la capa protectora comprende titania.

Cláusula 110. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 109, en el que la capa protectora comprende un espesor en el intervalo de 2 nm a 9 nm, tal como de 3 nm a 8 nm, tal como de 3.5 nm a 7.5 nm, o tal como de 4.5 nm a 6.5 nm.

Cláusula 111. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 110, en el que el recubrimiento funcional proporciona una unidad de vidrio aislante (IGU) de referencia con una transmitancia de luz visible (LTA) de al menos el 67%, o tal como al menos el 69%.

Cláusula 112. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 111, en el que el recubrimiento funcional proporciona una transmisión inferior al 50% en un intervalo de longitudes de onda de 350 nm a 395 nm.

Cláusula 113. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 112, en el que el recubrimiento funcional proporciona una transmisión inferior al 20% en un intervalo de longitudes de onda de 795 nm a 2700 nm.

Cláusula 114. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 113 comprende además el templado del artículo recubierto.

Cláusula 115. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 114, en el que el recubrimiento funcional es el único recubrimiento del primer sustrato o del segundo sustrato.

Cláusula 116. El método de cualquiera de las cláusulas 78 a 115, en el que el primer sustrato y el segundo sustrato comprenden vidrio.

Cláusula 117. Un método de fabricación de un artículo recubierto, el método comprende: proporcionar un sustrato que comprenda una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera; y formar un recubrimiento funcional sobre al menos una parte

de la segunda superficie del sustrato, en el que la formación del recubrimiento funcional comprende: formar una primera capa dieléctrica sobre al menos una parte de la segunda superficie del sustrato; formar una primera capa metálica sobre al menos una parte de la primera capa dieléctrica, comprendiendo la primera capa metálica un primer espesor; formar una primera capa de primer sobre al menos una parte de la primera capa metálica; formar una segunda capa dieléctrica sobre al menos una parte de la primera capa de primer, en la que la formación de la segunda capa dieléctrica comprende: formar una primer película sobre al menos una parte de la primera capa de primer, formación de una segunda película sobre al menos una parte de la primera película, formación de una tercera película sobre al menos una parte de la segunda película, formación de una cuarta película sobre al menos una parte de la tercera película, y formación de una quinta película sobre al menos una parte de la cuarta película; formar una segunda capa metálica sobre al menos una parte de la quinta película de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la segunda capa metálica un segundo espesor; formar una segunda capa de primer sobre al menos una parte de la segunda capa metálica; formar una tercera capa dieléctrica sobre al menos una parte de la segunda capa de primer; y formar una capa protectora sobre al menos una parte de la tercera capa dieléctrica, en la que el recubrimiento funcional proporciona un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) de la unidad de vidrio aislante (IGU) de referencia inferior o igual a 0.38.

Cláusula 118. El método de la cláusula 117, en el que el recubrimiento funcional consta de dos capas metálicas.

Cláusula 119. El método de la cláusula 117 o 118, en el que el recubrimiento funcional proporciona un SHGC de referencia IGU inferior o igual a 0.36.

Cláusula 120. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 119, en el que la primera capa dieléctrica comprende una primera película que comprende óxido de estaño o estannato de zinc sobre al menos una parte de la segunda superficie del sustrato y una segunda película que comprende óxido de zinc sobre al menos una parte de la primera película.

Cláusula 121. El método de la cláusula 120, en el que la primera película de la primera capa dieléctrica comprende óxido de estaño.

Cláusula 122. El método de la cláusula 120 o 121, en el que la primera película comprende un espesor en el intervalo de 18 nm a 29 nm, tal como de 20 nm a 27 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22.5 nm a 24.5 nm; y en donde la segunda película comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

Cláusula 123. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 122, en el que la primera capa dieléctrica comprende un espesor total en el rango de 22 nm a 41 nm, tal como de 25 nm a 38 nm, tal como de 27 nm a 36 nm, o tal como de 29.5 nm a 33.5 nm.

Cláusula 124. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 123, en el que la primera capa metálica comprende al menos una de plata, cobre, oro, aluminio, mezclas de los mismos o aleaciones de los mismos.

Cláusula 125. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 124, en el que la primera capa metálica comprende plata.

Cláusula 126. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 125, en el que el primer espesor oscila entre 10.5 nm y 16.5 nm, tal como de 11 nm a 16 nm, tal como de 11.5 nm a 15.5 nm, o tal como de 12.5 nm a 14.5 nm.

Cláusula 127. El método descrito en cualquiera de las cláusulas 117 a 126, en el que la primera capa de primer se selecciona entre titanio, cobalto, silicio, zinc, aluminio, vanadio, tungsteno, tantalio, niobio, circonio, manganeso, cromo, estaño, níquel, galio, indio, germanio, magnesio, molibdeno, plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio-zinc, vanadio-zinc, tungsteno-tantalio, titanio-niobio, circonio-niobio, tungsteno-niobio, aluminio-niobio, aluminio-titanio, tungsteno-titanio, tantalio-titanio, zinc-titanio, aluminio-plata, zinc-estaño, indio-zinc, plata-zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos, y en la que la primera capa de primer se deposita como metal y puede oxidarse posteriormente.

Cláusula 128. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 127, en el que la primera capa de primer comprende titanio.

Cláusula 129. El método de una cualquiera de las cláusulas 117 a 128, en el que la primera capa de primer comprende un espesor en el intervalo de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Cláusula 130. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 129, en el que la primera película, la tercera película y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprenden un primer material, en el que la segunda película y la cuarta película de la segunda capa dieléctrica comprenden un segundo material, y en el que el primer material es diferente del segundo material.

Cláusula 131. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 130, en el que: la primera película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc; la segunda película de la segunda capa dieléctrica comprende estannato de zinc; la tercera película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc; la cuarta película de la segunda capa dieléctrica

comprende estannato de zinc; y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc.

Cláusula 132. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 131, en el que: la primera película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm; la segunda película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 10 nm a 45 nm, tal como de 18 nm a 30 nm, tal como de 21 nm a 26 nm, o tal como de 22.5 nm a 24.5 nm; la tercera película de la segunda capa dieléctrica tiene un espesor comprendido entre 7 nm y 35 nm, por ejemplo entre 16 nm y 25 nm, entre 18 nm y 23 nm, o entre 18.5 nm y 21.5 nm; la cuarta película de la segunda capa dieléctrica tiene un espesor comprendido entre 10 nm y 45 nm, por ejemplo entre 18 nm y 31 nm, entre 19 nm y 27 nm, o entre 23 nm y 25 nm; y la quinta película de la segunda capa dieléctrica comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm.

Cláusula 133. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 132, en el que la segunda capa dieléctrica comprende un espesor total en el rango de 35 nm a 149 nm, tal como de 62 nm a 108 nm, tal como de 70 nm a 96 nm, o tal como de 78 nm a 89 nm.

Cláusula 134. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 133, en el que la segunda capa metálica comprende al menos una de plata, cobre, oro, aluminio, mezclas de los mismos o aleaciones de los mismos.

Cláusula 135. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 134, en el que la segunda capa metálica comprende plata.

Cláusula 136. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 135, en el que el segundo espesor oscila entre 11 nm y 18 nm, tal como de 12 nm a 17 nm, tal como de 12.5 nm a 16.5 nm, o tal como de 13.5 nm a 15.5 nm.

Cláusula 137. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 136, en el que el segundo espesor es mayor que el primero.

Cláusula 138. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 137, en el que una relación entre el primer espesor y el segundo espesor es menor o igual a 0.95 : 1.

Cláusula 139. El método descrito en cualquiera de las cláusulas 117 a 138, en el que la segunda capa de primer se selecciona entre titanio, cobalto, silicio, zinc, aluminio, vanadio, tungsteno, tantalio, niobio, circonio, manganeso, cromo, estaño, níquel, galio, indio, germanio, magnesio, molibdeno, plata, carburo de silicio, plata dopada con aluminio, aluminio-zinc, vanadio-zinc, tungsteno-tantalio, titanio-niobio, circonio-niobio, tungsteno-niobio, aluminio-niobio, aluminio-titanio, tungsteno-titanio, tantalio-titanio, zinc-titanio, aluminio-plata, zinc-

estaño, indio-zinc, plata-zinc, mezclas de los mismos y aleaciones de los mismos, y en la que la segunda capa de primer se deposita como metal y puede oxidarse posteriormente.

Cláusula 140. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 139, en el que la primera capa de primer comprende titanio.

Cláusula 141. El método de una cualquiera de las cláusulas 117 a 140, en el que la segunda capa de primer comprende un espesor en el intervalo de 0.5 nm a 5 nm, tal como de 1 nm a 4 nm, tal como de 1.5 nm a 3.5 nm, o tal como de 2 nm a 3 nm.

Cláusula 142. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 141, en el que la tercera capa dieléctrica comprende una primera película que comprende óxido de zinc sobre al menos una parte de la segunda capa de primer y una segunda película que comprende estannato de zinc sobre al menos una parte de la primera película.

Cláusula 143. El método de la cláusula 142, donde la primera película comprende un espesor en el rango de 4 nm a 12 nm, tal como de 5 nm a 11 nm, tal como de 6 nm a 10 nm, o tal como de 7 nm a 9 nm; y en donde la segunda película comprende un espesor en el rango de 12 nm a 22 nm, tal como de 13 nm a 21 nm, tal como de 16 nm a 20 nm, o tal como de 16.5 nm a 19 nm.

Cláusula 144. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 143, en el que la tercera capa dieléctrica comprende un espesor total en el intervalo de 16 nm a 34 nm, tal como de 18 nm a 32 nm, tal como de 22 nm a 30 nm, o tal como de 23.5 nm a 28 nm.

Cláusula 145. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 144, en el que la primera capa dieléctrica, la segunda capa dieléctrica y la tercera capa dieléctrica no contienen nitruro de silicio.

Cláusula 146. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 144, en el que la primera capa dieléctrica, la segunda capa dieléctrica y la tercera capa dieléctrica están libres de zinc metálico.

Cláusula 147. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 146, en el que la capa protectora es la capa más externa del recubrimiento funcional.

Cláusula 148. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 147, en el que la capa protectora comprende titania.

Cláusula 149. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 148, en el que la capa protectora comprende un espesor en el intervalo de 2 nm a 9 nm, tal como de 3 nm a 8 nm, tal como de 3.5 nm a 7.5 nm, o tal como de 4.5 nm a 6.5 nm.

Cláusula 150. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 149, en el que el recubrimiento funcional proporciona una unidad de vidrio aislante (IGU) de referencia con una transmitancia de luz visible (LTA) de al menos el 67%, o tal como al menos el 69%.

Cláusula 151. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 150, en el que el recubrimiento funcional proporciona una transmisión inferior al 50% en un intervalo de longitudes de onda de 350 nm a 395 nm.

Cláusula 152. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 151, en el que el recubrimiento funcional proporciona una transmisión inferior al 20% en un intervalo de longitudes de onda de 795 nm a 2700 nm.

Cláusula 153. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 152 comprende además el templado del artículo recubierto.

Cláusula 154. El método de cualquiera de las cláusulas 117 a 153, en el que el recubrimiento funcional es el único recubrimiento del sustrato.

Cláusula 155. El método descrito en cualquiera de las cláusulas 117 a 154, en el que el sustrato está compuesto por vidrio.

EJEMPLOS

Se prepararon nueve artículos recubiertos que tenían recubrimientos funcionales 30 según la invención. Los recubrimientos funcionales 30 tenían las composiciones y los espesores descritos en la Tabla 1. El sustrato 12 era un sustrato de vidrio de 6 milímetros. El recubrimiento funcional 30 se aplicó sobre la segunda superficie 16 del sustrato de vidrio 12. No había recubrimientos en la primera superficie 14 del sustrato de vidrio 12. Las muestras 1 a 9 se calentaron.

Se modelizaron diversas propiedades ópticas y de rendimiento de las unidades de vidrio aislante utilizando las propiedades obtenidas para los artículos recubiertos de las Muestras 1 a 9. Los artículos recubiertos de las Muestras 1 a 9 se utilizaron como primer sustrato 112, donde el recubrimiento funcional 30 estaba en la superficie núm. 2 -116-. El segundo sustrato 118 era un sustrato de vidrio transparente de 6 mm. No había recubrimientos en la superficie núm. 3 -120- o en la superficie núm. 4 -122- del segundo sustrato 118. El primer sustrato de vidrio 112 y el segundo sustrato de vidrio 114 se separaron media pulgada en el modelo y el espacio se modeló con aire. Las propiedades ópticas, de rendimiento y de color de las unidades de vidrio aislante (Ejemplos 1-9) pueden consultarse en los Cuadros 2-4. "R(ext)" es la reflectancia externa, "R(int)" es la reflectancia interna, "SC" es el coeficiente de sombreado, "SHGC" es el coeficiente de ganancia de calor solar, y "LSG" es la relación luz/ganancia solar.

Tabla 2

Ejemplo	Visible			Solar			UV
	TO	R(ext)	R(int)	TO	R(ext)	R(int)	TO
1	70.0%	14.3%	15.0%	30.7%	33.4%	34.5%	12.6%
2	70.3%	14.2%	14.8%	30.7%	33.5%	34.6%	12.5%
3	70.2%	14.4%	15.0%	30.5%	33.8%	34.8%	12.7%
4	70.1%	14.2%	14.9%	30.8%	33.5%	34.4%	12.4%
5	70.4%	14.1%	14.8%	30.9%	33.3%	34.4%	12.3%
6	69.8%	15.0%	15.5%	30.5%	34.1%	35.0%	14.7%
7	69.6%	14.4%	15.1%	30.6%	33.6%	34.4%	12.6%
8	70.0%	14.2%	14.8%	31.0%	32.9%	34.0%	12.8%
9	69.8%	14.4%	15.1%	31.1%	32.9%	33.8%	12.8%

Tabla 3

Ejemplo	Factor U				SC	SHGC	LSG
	Invierno		Verano				
	Btu/h-ft²-F	W/m²-K	Btu/h-ft²-F	W/m²-K			
1	0.288	1.634	0.268	1.523	0.407	0.354	1.98
2	0.290	1.646	0.271	1.540	0.407	0.354	1.98
3	0.289	1.640	0.270	1.531	0.404	0.352	2.00
4	0.288	1.636	0.269	1.526	0.408	0.355	1.97
5	0.289	1.642	0.270	1.534	0.409	0.356	1.98
6	0.289	1.640	0.270	1.531	0.404	0.352	1.98
7	0.289	1.638	0.269	1.528	0.405	0.353	1.98
8	0.290	1.646	0.271	1.540	0.411	0.358	1.95
9	0.290	1.646	0.271	1.540	0.413	0.359	1.94

Tabla 4

Ejemplo	Color transmitido			R(ext) Color			R(int) Color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	86.95	-4.18	3.96	44.82	-2.18	-8.71	-8.71	-5.58	-3.40

2	87.08	-4.36	4.15	44.70	-2.23	-9.34	-9.34	-5.26	-4.08
3	87.03	-4.51	4.17	44.93	-2.23	-9.40	-9.40	-5.49	-4.22
4	86.99	-4.33	4.36	44.78	-1.24	-10.08	-10.08	-4.69	-4.36
5	87.17	-4.63	4.34	44.57	-1.83	-9.83	-9.83	-4.75	-4.44
6	86.89	-4.28	3.89	45.89	-2.25	-9.31	-9.31	-5.36	-4.42
7	86.80	-4.12	3.30	44.96	-1.87	-7.10	-7.10	-5.94	-2.15
8	86.94	-4.34	3.70	44.63	-1.60	-7.99	-7.99	-5.06	-2.88
9	86.89	-4.10	3.10	44.89	-2.02	-6.13	-6.13	-5.70	-1.35

Los expertos en la materia reconocerán fácilmente que se pueden realizar modificaciones a la invención sin alejarse de los conceptos revelados en la descripción anterior. En consecuencia, las realizaciones particulares descritas en detalle en el presente documento son sólo ilustrativas y no limitan el alcance de la invención, a la que hay que dar toda la amplitud de las reivindicaciones adjuntas y de todos y cada uno de sus equivalentes.

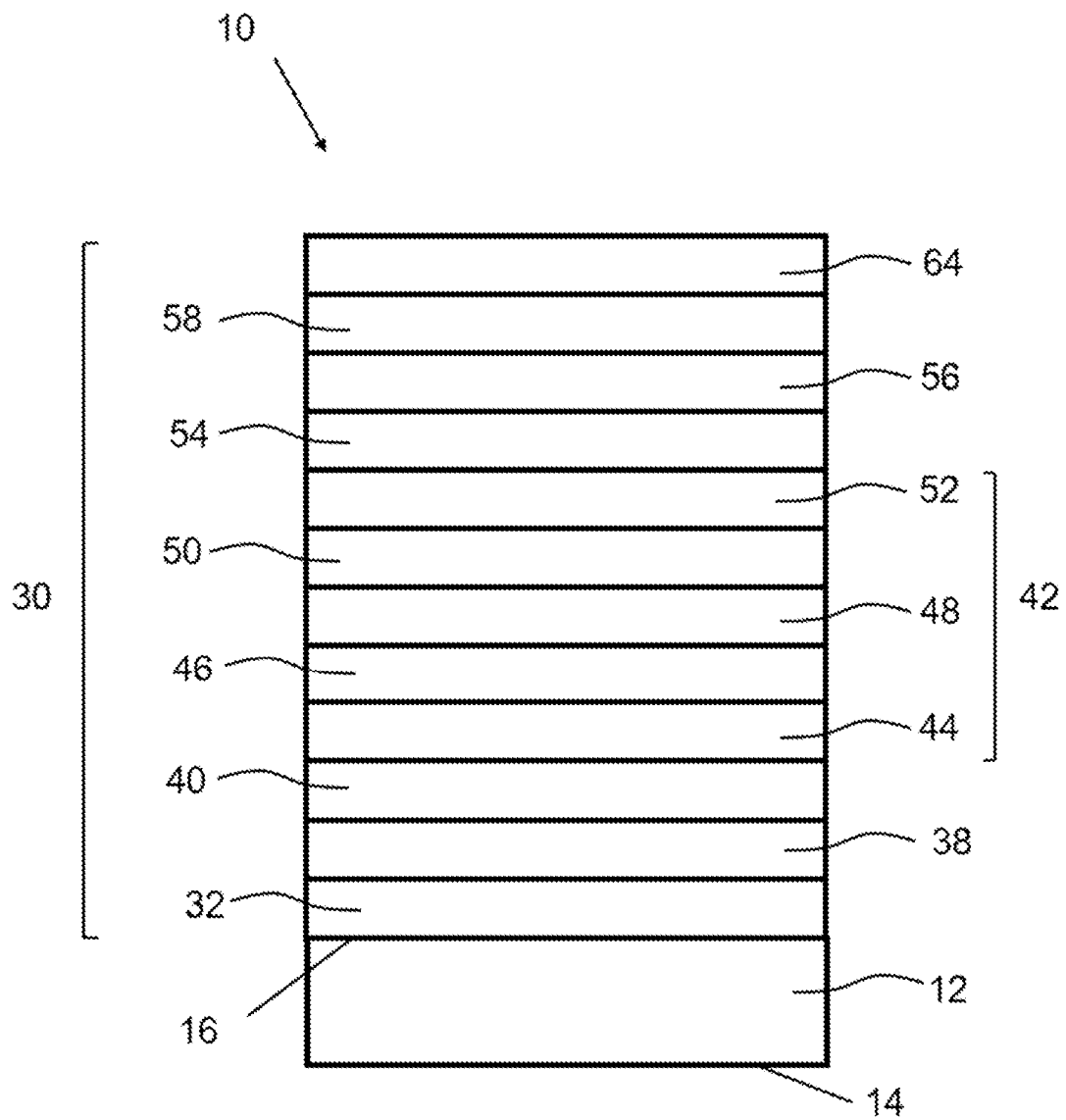


FIG. 1

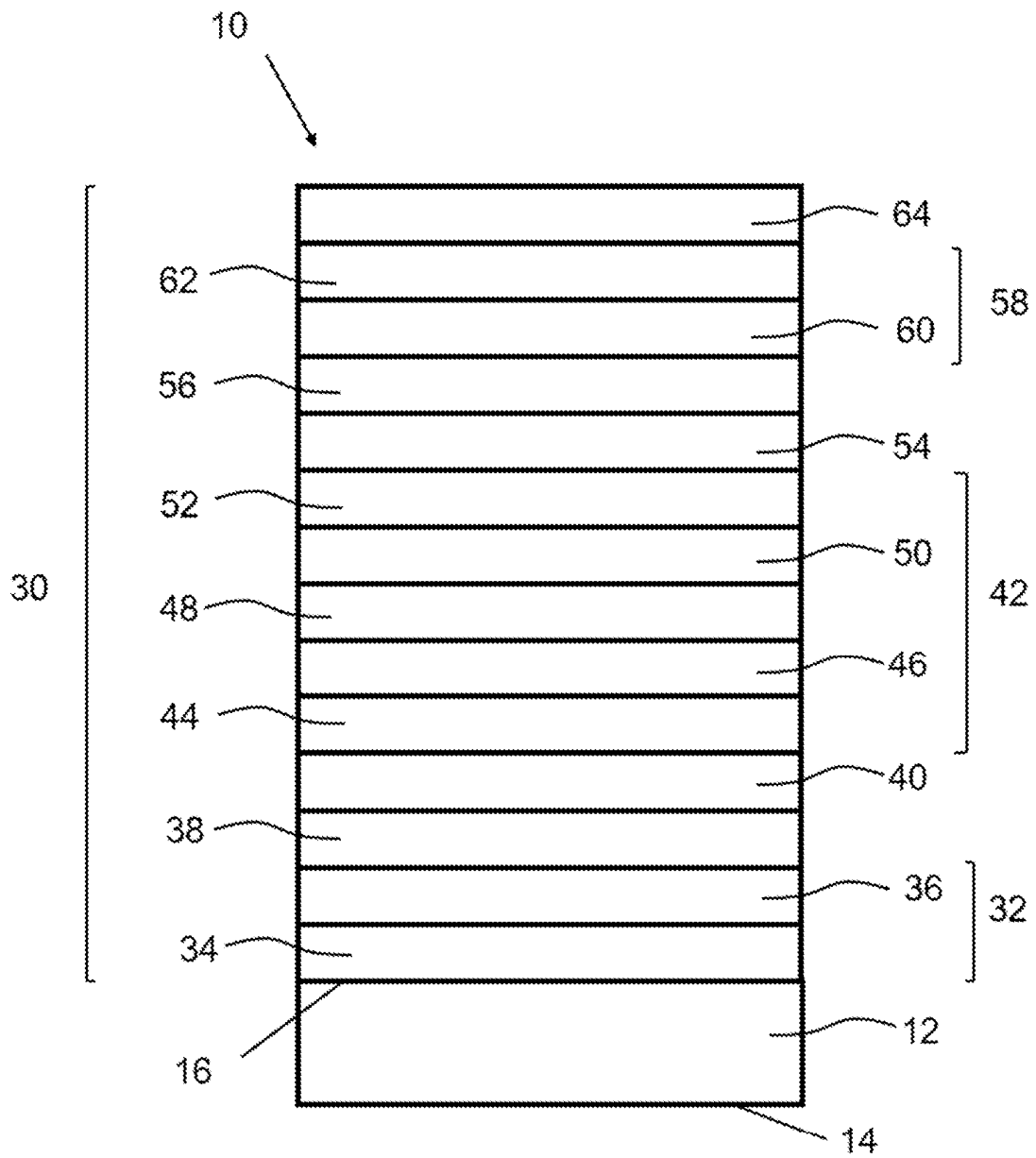


FIG. 2

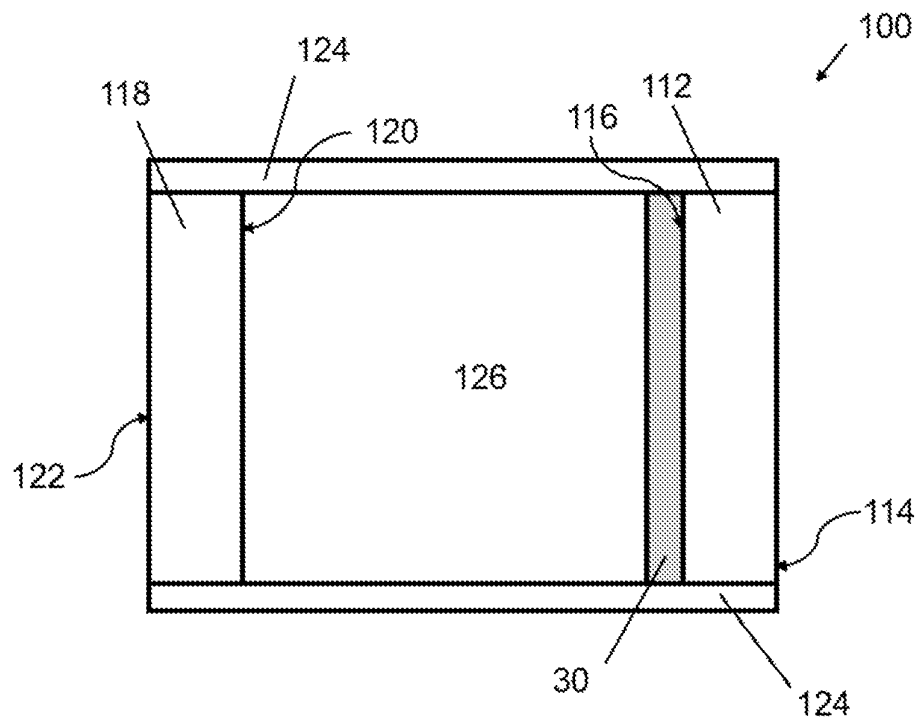


FIG. 3A

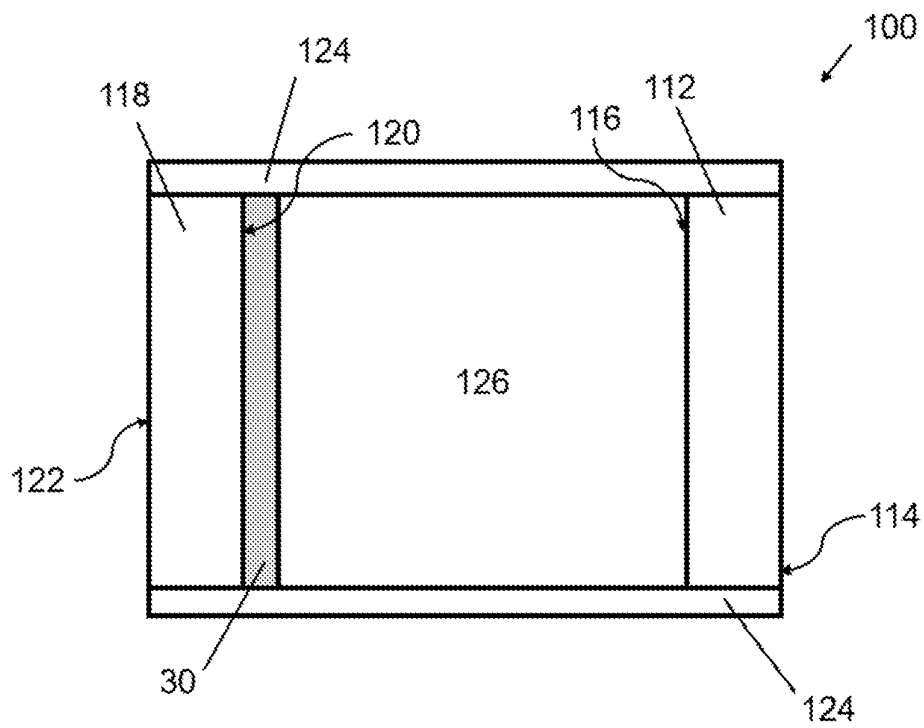


FIG. 3B