

ARTÍCULO DE VIDRIO PARA CONTROL SOLAR

Campo de la técnica

La presente divulgación se refiere, en general, a un artículo de vidrio recubierto y, más específicamente, a un artículo de vidrio coloreado para el control solar que tiene un reflejo de color dorado y a un método para realizarlo.

Antecedentes

Es de conocimiento en la técnica que los recubrimientos para control solar están hechos generalmente de dos o más capas de metal u óxido metálico (los metales típicos incluyen titanio, cinc, cobre, estaño y plata; y las aleaciones típicas incluyen aluminio y acero inoxidable). Estos recubrimientos son microscópicamente delgados, pero otorgan un color levemente marrón o gris al sustrato de vidrio al que se aplican. La forma y el grosor exactos del recubrimiento varían en gran medida dependiendo del fabricante y su aplicación. Los primeros recubrimientos para control solar a menudo tenían una capa de plata en medio de dos capas de materiales dieléctricos. Los metales posteriores, además de la plata, también se utilizaron para los recubrimientos para control solar. Estos recubrimientos redujeron la emisividad y permitieron una alta transmisión de la luz.

Los recubrimientos para control solar que comprenden una pila de capas delgadas de vidrio/Si₃N₄/Nb/Si₃N₄ son conocidas en la técnica, en las cuales, la capa metálica de Nb es la única capa reflectante de infrarrojos (IR) del recubrimiento. En ciertas instancias, la capa de Nb reflectante de IR puede estar nitrurada. Si bien dicha pila de capas delgadas proporciona un control solar eficiente, el color del reflejo que se obtiene con ellas nunca se ha trabajado. Por ejemplo, un recubrimiento para control solar conocido que tiene una pila de capas de vidrio/Si₃N₄/NbN/Si₃N₄ tiene un valor externo a^* en un rango entre -3 a

+3; y un valor b^* en un rango de entre -20 a +10. Esto implica que un artículo de vidrio con la pila de capas para control solar que se mencionó anteriormente tendría un reflejo externo neutro de color azul/verde a amarillo claro.

En la técnica también se conocen los vidrios de control solar que emplean varias capas de Nb, Ni, NiCr y/o Si_3N_4 para intercalar una o más capas de plata metálica reflectante de IR entre ellas en un orden prescrito para lograr las propiedades deseadas. Mientras que tales cinco o seis pilas de capas constituirían una mejora significativa sobre las pilas de capas existentes del estado anterior de la técnica, particularmente aquellas que se analizaron en la primera parte de esta divulgación, se puede mejorar aún más la característica de color de la reflexión externa.

Al hacer referencia al modelo de utilidad chino CN204340313 se describe una pared o puerta de cortina de cristal que utiliza un cristal de baja emisividad de color gris claro. El vidrio proporciona un tono de color gris para que los clientes puedan seleccionar entre los productos de vidrio de bajo consumo de energía. El modelo de utilidad comprende un sustrato de vidrio flotado provisto de las siguientes capas en orden secuencial: primera capa de nitruro de silicio (SiN_x), capa de nitruro de niobio (NbN_x), segunda capa de nitruro de silicio (SiN_x), primera capa de cromo metálico NiCr, capa de plata metálica (Ag), segunda capa de cromo metálico NiCr, tercera capa de nitruro de silicio (SiN_x). El artículo de vidrio cubierto con el recubrimiento para control solar anterior muestra un color gris.

Refiriéndose a una solicitud PCT 200204806 asignada al cesionario de la presente divulgación, se describe un acristalamiento que comprende una pila de capas delgadas que incluye alternativamente capa(s) funcional(es) n con propiedades de reflexión de la radiación infrarroja y/o solar y capas $n+1$ que comprenden una o varias capas de material dieléctrico de tal manera que cada capa funcional está dispuesta entre dos capas y tiene un color verde azulado en la reflexión. Los artículos para control solar descritos en las referencias citadas

no dan como resultado un color dorado en la reflexión externa y se centran principalmente en el logro de las propiedades de control solar y tienen un color gris o verde azulado en la reflexión externa.

Independientemente de toda la experiencia pasada y de la tecnología de la que se dispone para producir artículos para control solar, se ha descubierto que, a pesar de que estos artículos recubiertos son eficaces para el control solar, nunca se trabajó con la pila de capas para que tuviera distintos colores en el reflejo externo. Por lo tanto, hay oportunidad de obtener un reflejo de un color diferente y, al mismo tiempo, mantener sus propiedades de control solar. Por ejemplo, la mayoría de los artículos de vidrio para control solar disponibles en la actualidad en el mercado tienen un reflejo externo neutro (gris) o de color azul/verde. Las tendencias de marketing emergentes revelaron que el color azulino/verde no es del gusto de todos y puede no ser adecuado para todo tipo de edificio. Además, también ha surgido el deseo de obtener un reflejo externo de color dorado. Dado que estos artículos para control solar son generalmente más costosos que sus contrapartes comunes, se hace más importante asegurar que el costo extra se justifica por la combinación de las propiedades de control solar y la estética deseada/preferida.

Asimismo, se ha descubierto que el color del reflejo interno y externo de estos artículos se puede mejorar si se trabaja en las capas dieléctricas y capas funcionales de la pila de capas de control solar. El reflejo externo de los artículos recubiertos para control solar puede variarse si se modifica el grosor del recubrimiento de las capas de Si_3N_4 y las capas de plata de la pila de capas de control solar.

La presente divulgación se refiere a un artículo de vidrio de baja emisividad de color dorado que comprende una delgada pila multicapa que comprende una capa absorbente de nitruro de niobio intercalada entre dos capas dieléctricas transparentes, una capa funcional de plata protegida por una capa bloqueadora superior e inferior y una tercera capa dieléctrica transparente

provista sobre la capa bloqueadora superior en un lado de un sustrato transparente. El grosor de la capa funcional de plata y de las capas dieléctricas se ajusta para dar un reflejo de color dorado en el otro lado del sustrato transparente, conservando al mismo tiempo sus propiedades de control solar.

Por lo tanto, estos recubrimientos pueden bloquear/reflejar parte del espectro solar con mucha eficiencia, además de tener una apariencia de color dorado. La transmisión de la luz del exterior al interior de un edificio al que se le incorporan estos artículos de vidrio con recubrimiento para control solar también disminuye y, por lo tanto, reduce el reflejo para los ocupantes del edificio.

Resumen de la divulgación

En un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un artículo de vidrio para control solar que comprende un sustrato transparente provisto de un delgado recubrimiento de varias capas que tiene propiedades de control solar en una de sus superficies. El delgado recubrimiento de varias capas comprende una capa absorbente intercalada entre una primera y una segunda capa dieléctrica transparente, una capa funcional protegida por una capa bloqueadora superior e inferior y una tercera capa dieléctrica transparente provista sobre la capa bloqueadora superior. La capa bloqueadora inferior se encuentra directamente sobre la segunda capa dieléctrica transparente que se encuentra sobre la capa absorbente. El grosor de la capa funcional y el grosor de las capas dieléctricas transparentes se ajustan para proporcionar un reflejo de color dorado en una superficie opuesta a la primera superficie del sustrato transparente provisto de un delgado recubrimiento de varias capas.

En otro aspecto de esta divulgación, se proporciona un vidriado compuesto que comprende una pluralidad de sustratos de vidrio. Uno de los sustratos de vidrio de la pluralidad de sustratos de vidrio es el artículo de vidrio para control solar de la presente divulgación. En otro aspecto de la presente divulgación, también se proporciona un acristalamiento aislado que incorpora el

artículo de vidrio para control solar o el vidriado compuesto que comprende el artículo de vidrio para control solar.

Otras características y aspectos de esta divulgación serán evidentes a partir de la siguiente descripción y las figuras que acompañan.

Breve descripción de las Figuras

Las realizaciones se ilustran a modo ejemplificativo y no se limitan a aquellas que se muestran en las figuras que acompañan.

La Figura 1 muestra un artículo de vidrio para control solar, según una realización de la presente divulgación;

La Figura 2 muestra un artículo de vidrio para control solar, según otra realización de la presente divulgación;

La Figura 3 muestra un sustrato transparente, según una realización de la presente divulgación;

La Figura 4 muestra un artículo de vidrio con recubrimiento para control solar, según una realización específica de la presente divulgación;

La Figura 5 ilustra un vidriado compuesto que comprende el artículo de vidrio para control solar, según una realización de la presente divulgación;

La Figura 6 ilustra una unidad de doble acristalamiento que comprende el artículo de vidrio para control solar, según una realización de la presente divulgación; y

La Figura 7 ilustra una unidad de doble acristalamiento que comprende el vidriado compuesto, según otra realización de la presente divulgación.

Los expertos en la técnica aprecian que los elementos en las figuras se ilustran con fines aclaratorios y simplificativos y que no se han dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos de las figuras pueden estar exagerados en relación con otros elementos, a fin de ayudar a mejorar la comprensión de las realizaciones de la invención.

Descripción detallada

Siempre que sea posible, se usarán las mismas referencias numéricas en las figuras para hacer referencia a las mismas partes o a partes similares. Las realizaciones que se divulgan en la presente se refieren a artículos de vidrio coloreado para control solar.

Un artículo de vidrio para control solar 100, de acuerdo con una realización de la presente divulgación se ilustra en la **Figura 1**. El artículo de vidrio para control solar 100 comprende un sustrato de vidrio 110 que se proporciona con un delgado recubrimiento de varias capas 200. El delgado recubrimiento de varias capas 200 comprende una capa absorbente de nitruro metálico 120 intercalada entre una primera y una segunda capa dieléctrica transparente 130a, 130b; una capa funcional de metal plateado o aleación de plata 140 protegida por una capa bloqueadora superior 150b y una capa bloqueadora inferior 150a; y una tercera capa dieléctrica transparente 130c. La capa dieléctrica 130a está en contacto directo con el sustrato de vidrio 110 y la capa dieléctrica 130b se proporciona arriba de la capa absorbente de nitruro metálico 120. La capa bloqueadora inferior 150a se encuentra directamente sobre la segunda capa dieléctrica transparente 130b.

El delgado recubrimiento de varias capas 200 tiene la siguiente pila en orden secuencial desde el sustrato transparente 110 vidrio; primera capa dieléctrica transparente 130a; capa absorbente de nitruro metálico 120; segunda capa dieléctrica transparente 130b; capa bloqueadora inferior 150a; capa funcional de metal plateado o aleación metálica 140; capa bloqueadora superior 150b; tercera capa dieléctrica transparente 130c.

La capa absorbente de nitruro metálico 120 comprende un nitruro metálico seleccionado de un grupo que consiste en niobio, tántalo, molibdeno, titanio y circonio. En una realización específica, la capa absorbente de nitruro metálico 120 comprende nitruro niobio (NbN). El grosor de la capa absorbente

de nitruro metálico 120 es mayor que 1 nm y menor que 10 nm. La primera y segunda capa dieléctrica transparente 130a y 130b se basan en nitruro de aluminio, oxinitruro de aluminio, nitruro de silicio, oxinitruro de silicio o nitruro de silicio aluminio. En realizaciones específicas, la primera y segunda capa dieléctrica transparente 130a y 130b son nitruro de silicio. El grosor de la primera capa dieléctrica transparente 130a es mayor de 10 nm y menor de 30 nm. El grosor de las segundas capas dieléctricas transparentes 130b es mayor de 10 nm y menor de 40 nm.

Las capas bloqueadoras superior e inferior 150b y 150a comprenden una aleación metálica seleccionada del grupo que comprende titanio, niobio, circonio, níquel, cromo o sus nitruros. En una realización específica, las capas bloqueadoras superior e inferior 150b y 150a comprenden NiCr. En otra realización específica, las capas bloqueadoras superior e inferior 150b y 150a comprenden NiCrN. El grosor de las capas bloqueadoras superior e inferior 150a y 150b es superior a 0,5 nm e inferior a 5 nm. El grosor de la capa funcional de metal plateado o aleación de plata 140 es mayor que 5 nm y menor que 15 nm. La tercera capa dieléctrica transparente 130c proporcionada por encima de la capa bloqueadora superior 150b se basa en el nitruro de aluminio, oxinitruro de aluminio, nitruro de silicio, oxinitruro de silicio o nitruro de aluminio de silicio y tiene un grosor superior a 50 nm e inferior a 90 nm.

En una realización de la presente divulgación, el grosor de la capa absorbente de nitruro metálico 120 y la capa funcional de metal plateado o aleación de plata 140 se ajusta para obtener una transmisión de luz deseada a través del artículo de vidrio para control solar 100. En otra realización, el grosor de las capas dieléctricas transparentes 130a, 130b, 130c se ajusta para optimizar la reflectancia y el color del sustrato transparente 110.

La Figura 2 muestra un artículo de vidrio para control solar 100, de acuerdo con otra realización de la presente divulgación. El delgado recubrimiento de varias capas 200 que se ilustra en la **Figura 2** opcionalmente comprende una

capa superior 160 provista sobre la tercera capa dieléctrica transparente 130c. La capa superior 160 comprende al menos un óxido metálico seleccionado del grupo que consiste en titanio, zinc, cromo o circonio o aleaciones o combinaciones de estos. En una realización específica, la capa superior 160 comprende el óxido de titanio (TiO_x) u óxido de titanio y circonio (TiZrO_x). La capa superior 160 tiene un grosor mayor de 3 nm y menor de 10 nm. La capa superior 160 actúa como una capa protectora y proporciona durabilidad química y mecánica al delgado recubrimiento de varias capas 200.

Por lo tanto, el delgado recubrimiento de varias capas 200, según la realización ilustrada en la **Figura 2** tiene la siguiente pila en orden secuencial desde el sustrato transparente 110 vidrio; primera capa dieléctrica transparente 130a; capa absorbente de nitruro metálico 120; segunda capa dieléctrica transparente 130b; capa bloqueadora inferior 150a; capa funcional de metal plateado o aleación metálica 140 capa bloqueadora superior 150b tercera capa dieléctrica transparente 130c; capa superior 160.

En una realización, el delgado recubrimiento de varias capas 200 se aplica en el sustrato transparente 110 por medio de depósito físico por mediante vapor con dispersión magnetronica. En realizaciones alternativas, se pueden usar otras técnicas de recubrimiento para obtener el recubrimiento de varias capas 200. El sustrato de vidrio 110 provisto del delgado recubrimiento de varias capas 200 se puede tratar térmicamente a una temperatura superior a 500 °C e inferior a 750 °C para obtener un artículo de vidrio templado para control solar tratado. Alternativamente, el sustrato de vidrio 110 provisto del delgado recubrimiento de varias capas 200 se puede destemplan a una temperatura entre 100 °C y 250 °C. Por lo tanto, el artículo de vidrio para control solar 100 descrito que se describe en la presente divulgación cumple un doble propósito al poder utilizarse en su forma recocida y templada.

La Figura 3 ilustra un sustrato de vidrio 110 provisto del delgado recubrimiento de varias capas 200 de la presente divulgación. En varias

realizaciones, el sustrato de vidrio 110 puede ser un vidrio transparente o coloreado. El recubrimiento de varias capas 200 se proporciona en el lado del recubrimiento (C) 101 del sustrato transparente 110. Cuando el artículo de vidrio para control solar 100 de la presente divulgación se instale en un edificio, el lado del recubrimiento 101 proporcionado con el delgado recubrimiento de varias capas 200 enfrenta el interior del edificio. En dicha disposición, el lado de vidrio (G) 102, opuesto al lado del recubrimiento (C) 101 del sustrato transparente 110 exhibe un reflejo de color dorado cuando se mira desde el exterior del edificio. El grosor de las capas dieléctricas transparentes 130a, 130b, 130c y la capa funcional de metal plateado o aleación de plata 140 se pueden diseñar para obtener un reflejo de color dorado estéticamente mejorado, conservando al mismo tiempo las propiedades para control solar del sustrato de vidrio 110.

Un artículo para control solar de color dorado 100, de acuerdo con una realización específica de la presente divulgación se ilustra en la **Figura 4**. El delgado recubrimiento de varias capas 200 que se ilustra en esta realización comprende una capa absorbente de nitruro de niobio 120 intercalada entre las capas dieléctricas de nitruro de silicio primera y segunda transparentes 130a y 130b. Sobre la segunda capa dieléctrica transparente de nitruro de silicio 130b se encuentra una capa funcional de metal plateado 140 protegida por una capa bloqueadora superior e inferior de níquel-cromo 150b y 150a. La tercera capa dieléctrica transparente 130c está provista por encima de la capa bloqueadora superior de níquel-cromo 150b. Además, se aplica un TiO_x sobre la capa 160 por encima de la tercera capa dieléctrica transparente 130c.

La capa dieléctrica transparente de nitruro de silicio 130a actúa como una capa de barrera que impide la difusión de iones desde el sustrato de vidrio 110 y protege además la capa absorbente de nitruro de niobio 120 y todas las capas dieléctricas transparentes de nitruro de silicio 130a, 130b, 130c, contribuyendo así a la propiedad óptica del artículo de vidrio para control solar 100. La capa absorbente de nitruro de niobio 120 controla la reflexión y el color en el lado del

vidrio (G) 102 del sustrato transparente 110. Las capas bloqueadoras de níquel-cromo superior e inferior 150b y 150a protegen la capa funcional de metal plateado 140 y también proporcionan resistencia mecánica y promueven la adhesión de la capa funcional en la pila que constituye el delgado recubrimiento de varias capas 200. La capa funcional de metal plateado 140 refleja la porción de infrarrojo cercano (NIR) del espectro solar y contribuye a la propiedad de control solar de un cristal aislado que comprende el artículo de vidrio para control solar 100. El TiO_x sobre la capa 160 actúa como una capa protectora para prevenir daños mecánicos y químicos en el delgado recubrimiento de varias capas 200.

Por lo tanto, el delgado recubrimiento de varias capas 200, según la realización ilustrada en la **Figura 4** tiene la siguiente pila en orden secuencial del sustrato transparente 110 vidrio; primera capa de nitruro de silicio; capa de nitruro de niobio; segunda capa de nitruro de silicio; bloqueador inferior de níquel-cromo; capa metálica de plata; bloqueador superior de níquel-cromo; tercera capa de nitruro de silicio; TiO_x . El sustrato transparente 110 provisto del delgado recubrimiento de varias capas 200 se puede destemprar a una temperatura entre 100 °C y 250 °C o tratar térmicamente a una temperatura superior a 500 °C e inferior a 750 °C.

El grosor de la tercera capa dieléctrica de nitruro de silicio 130c se controla para aumentar el valor b^* al menos por encima de 10 (medido en el lado del vidrio G fuera del edificio) del artículo de vidrio para control solar 100. Un valor b^* positivo ($b^*_{\text{Ext}} > 10$) confiere una apariencia amarillenta al lado del vidrio 102 que se encuentra en el lado opuesto al lado del recubrimiento 101 (que se obtiene con el delgado recubrimiento de varias capas 200) del sustrato transparente 110 y contribuye a dar el reflejo de color dorado del artículo de vidrio para control solar 100 del lado del vidrio 102. De manera similar, el valor a^* (medido en el lado del vidrio G fuera del edificio) también está diseñado para ser lo más cercano posible a la neutralidad ($a^*_{\text{Ext}} \sim 0$). Un valor a^* ligeramente

positivo combinado con un valor b^* positivo dan como resultado un color dorado y ayuda a evitar el tinte verdoso en el reflejo exterior. Sin embargo, en el caso de $a^*_{Ext} > 4$ el color rojo domina y por lo tanto se debe evitar para la estética deseada de la presente divulgación. Además, un b^*_T positivo ($\sim 8-10$) ayuda a obtener una apariencia de color dorado. La transmisión de luz del artículo de vidrio para control solar 100 se mide entre el 15% y el 40% dependiendo del grosor de la capa funcional de plata metálica 140.

En otra realización de la presente divulgación, se proporciona un vidriado compuesto que comprende una pluralidad de sustratos de vidrio unidos por una intercapa polimérica. Uno o más sustratos de vidrio de la pluralidad de sustratos de vidrio puede ser un artículo de vidrio para control solar 100. En un aspecto de la realización, la intercapa polimérica está hecha de polivinilbutiral (PVB) y/u otros polímeros orgánicos seleccionados de un grupo que consiste en poliuretano y/o etilvinilacetato (EVA) y/o policloruro de vinilo y/o poliéster y/o polietileno acetato de vinilo (PET) y/o policarbonato y/o polipropileno y/o polietileno y/o la combinación de estos.

La Figura 5 ilustra un vidriado compuesto 300 según una realización de la presente divulgación. El vidriado compuesto 300 comprende un artículo de vidrio templado para control solar 100, o un artículo de vidrio recocido para control solar 100, unido a otro sustrato de vidrio 110a a través de una capa intermedia de polímero 310. El sustrato de vidrio 110a puede ser un sustrato de vidrio transparente o tintado. El lado del recubrimiento (C) 101 del sustrato transparente 110 provisto del delgado recubrimiento de varias capas 200 está en contacto directo con la capa intermedia polimérica 310, es decir, el delgado recubrimiento de varias capas 200 está preferentemente en la cara 2 o en la cara 3 del vidriado compuesto 300 y las caras de los sustratos están numeradas desde el exterior al interior del edificio o sala que está equipada con el vidriado compuesto 300. El delgado recubrimiento de varias capas 200 no reacciona con la capa intermedia polimérica 310 y por lo tanto los valores de transmisión de la

luz y la reflexión externa del artículo de vidrio para control solar 100 no se modifican.

En otra realización de la presente divulgación, se proporciona un acristalamiento aislado que incorpora el artículo de vidrio para control solar 100. **La Figura 6** ilustra una unidad de doble acristalamiento (DGU) 400, según una realización de la presente divulgación. El DGU 400 tiene el artículo de vidrio para control solar 100 montado en un doble acristalamiento con un segundo sustrato de vidrio 110a seleccionado de un vidrio claro o teñido. En otras pocas realizaciones, el segundo sustrato de vidrio 110a también puede ser un vidrio recubierto similar al artículo de vidrio para control solar 100. El delgado recubrimiento de varias capas 200 está en la cara 2 y existe un espacio de aire 410 entre los dos sustratos de vidrio 110 y 110a. En realizaciones alternativas, el espacio de aire se puede reemplazar por el Argón, el Kriptón o su combinación. Estas DGU están destinadas a los acristalamientos de los edificios que contribuyen al aislamiento térmico y al control solar.

En otro aspecto de la presente realización, también se revela una DGU que comprende un vidriado compuesto 300. **La Figura 7** ilustra una DGU 500 que comprende un vidriado compuesto 300 montado en un doble acristalamiento con otro sustrato de vidrio 110b. En una realización, el otro vidrio 110b puede ser un vidrio transparente o tintado. En otras pocas realizaciones, el otro vidrio 110b puede comprender un vidrio recubierto similar al vidrio para control solar de la presente divulgación. Esta realización también tiene un delgado recubrimiento de varias capas 200 en la cara 2, y existe un espacio de aire 410 entre el vidriado compuesto 300 y el sustrato de vidrio 110b. En realizaciones alternativas, el espacio de aire 410 se puede reemplazar por el Argón, el Kriptón o su combinación. En aun otra realización alternativa, el delgado recubrimiento de varias capas 200 también puede proporcionarse en la cara 4. Las caras de los sustratos se enumeran desde el exterior al interior del edificio o sala que está equipada con la DGU que comprende un vidriado compuesto. El vidriado

compuesto tiene un delgado recubrimiento de varias capas 200 en la cara 4, numerando las caras de los sustratos desde el exterior al interior del edificio o sala.

En los siguientes ejemplos, las pilas de capas se depositaron por pulverización de magnetrón a temperatura ambiente en un sustrato de vidrio transparente de 6 mm de grosor y se templaron a 650 °C. El sustrato transparente recubierto templable se configuró en una DGU con un espacio de aire de 12 mm junto con un sustrato de vidrio transparente recocido/templable de 6 mm de grosor.

Ejemplo 1

Vidrio templable para control solar de color dorado

El sustrato de vidrio se recubrió con la pila de capas delgadas 1 que se muestra debajo:

Pila de capas 1 Vidrio//Si₃N₄ (12,9)/NbN (2,9)/Si₃N₄ (22,8)/NiCr (2,6)/Ag (12,4)/NiCr (3,7)/Si₃N₄ (68,4)/TiO_x (4)

La configuración de una DGU que comprende el sustrato de vidrio recubierto con la pila de capas delgadas 1 era de 6* nm-12 nm-6 nm. Las propiedades ópticas de la DGU configuradas a partir del sustrato transparente recubierto con la pila de capas anterior y templadas a 650 °C se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1: Propiedades ópticas del vidrio templable para control solar de color dorado

	Transmisión			Afuera			Adentro			E misividad
	L	*T	*T	Ext	Ext	*Ext	Int	*Int	*Int	E
ila	1,7	0,2	,2	2,6	0,1	3,6	4,8	5,5	16,6	,04

de cap as 1										
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

R_{ext} = Reflejo externo; a^*_{Ext} , $b^*_{Ext}=a^*$, b^* valores medidos en el lado del vidrio; R_{int} = reflejo interno; a^*_{Int} , $b^*_{IntC}=a^*$, b^* valores medidos en el lado interno

El aumento del grosor de la tercera capa dieléctrica 130c (>50 nm) aumenta el valor b^*_{Ext} en el exterior del sustrato de vidrio recubierto, lo que da lugar a un aspecto dorado en el lado del vidrio (es decir, en el exterior del edificio). La capa dieléctrica más gruesa 130c también empuja el valor interior b^*_{Int} a un rango negativo que da como resultado un color gris azulado en el lado de la capa (que está en el interior del edificio). La presencia de la capa de nitruro de niobio proporcionó más control sobre el color externo y la reflexión. El vidrio transparente tiene una emisividad del 89%, mientras que el artículo de vidrio templado para control solar tratado de color dorado proporcionado en el Ejemplo 1 tiene menos del 4%. La DGU que comprende el sustrato de vidrio templado para control solar de la presente divulgación registró un factor solar igual a 0,22. Además, se encontró que el valor U era de 1,6 W/m²/K.

Estudios de durabilidad

Los siguientes estudios de durabilidad se realizaron para el sustrato de vidrio recubierto con la pila de capas que se muestra arriba.

Prueba de cepillado de Erichsen

La prueba de cepillado se usó para evaluar la resistencia del delgado recubrimiento de varias capas 200 a la erosión causada por fregado. En esta prueba se frotó un cepillo suave contra el delgado recubrimiento de varias capas 200 en la que el recubrimiento se sumerge en agua. Esta prueba se realizó para evaluar la solidez mecánica en comparación con los cepillos de las lavadoras durante el procesamiento.

Los sustratos transparentes se templaron a una temperatura de 650 °C después de la prueba de cepillado de Erichsen. Este paso revela la presencia de

cualquier ralladura menor que se haya causado durante el procedimiento de prueba. Sin embargo, las muestras evaluadas no mostraron ningún signo de ralladura.

En otro experimento, los sustratos transparentes recubiertos con el delgado recubrimiento de varias capas 200 primero se templaron a una temperatura de 650 °C y posteriormente se sometieron al procedimiento de prueba de cepillado de Erichsen. Nuevamente, las muestras no evidenciaron signos de ralladuras menores o delaminación del recubrimiento.

Tabla 2: Resultados de los estudios de durabilidad

Nombre de la prueba	Objetivo/Especificaciones	Resultados			
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Prueba de cepillado de Erichsen (350 ciclos)	No se observaron poros, ralladuras ni delaminación	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado

Ejemplo 2

Tres sustratos de vidrio se recubrieron con la pila de capas delgadas 2, 3 y 4 que se muestra abajo:

Pila de capas 2 Vidrio//Si₃N₄ (12,9)/NbN (2,9)/Si₃N₄ (22,8)/NiCr (2,6)/Ag (12,4)/NiCr (3,7)/Si₃N₄ (40)/TiO_x (4)

Pila de capas 3 Vidrio//Si₃N₄ (12,9)/NbN (2,9)/Si₃N₄ (22,8)/NiCr (2,6)/Ag (12,4)/NiCr (3,7)/Si₃N₄ (100)/TiO_x (4)

Pila de capas 4 Vidrio//Si₃N₄ (12,9)/NbN (2,9)/Si₃N₄ (22,8)/NiCr (2,6)/Ag (4)/NiCr (3,7)/Si₃N₄ (50)/TiO_x (4)

Las propiedades ópticas de la DGU (6* nm-12 nm-6 nm) configuradas a partir del sustrato transparente recubierto con las pilas de capas anterior y templadas a 650 °C se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3: Propiedades ópticas del vidrio templable para control solar

	Transmisión			Afuera			Adentro		
	L	* _T	* _T	Ext	Ext	* _{Ext}	Int	* _{Int}	* _{Int}
ila de capas 2	7,6	4,8	4	4,2	,4		8,7	,3	3,8
ila de capas 3	5,85	,6	0,55	8,5	,8	4,9	0,9	6,75	,76
ila de capas 4	6,6	4,4	0,41	7,6	3,4		1,1	8	4,2

R_{ext}= Reflejo externo; a*_{Ext}, b*_{Ext}=a*, b* valores medidos en el lado del vidrio; R_{int}= reflejo interno; a*_{Int}, b*_{Int}=a*, b* valores medidos en el lado interno

El ejemplo 2 se construyó para inferir que el grosor de la tercera capa dieléctrica 130c desempeñaba un papel importante en la determinación del color

de la reflexión externa del sustrato de vidrio para control solar junto con sus niveles de transmisión de luz y sus propiedades de control solar. En la Tabla 3 se hizo evidente que la pila de capas 2 que tenía el grosor de la tercera capa dieléctrica 130c disminuido a 40 nm exhibía un valor b^*_{Ext} menos positivo en la reflexión externa. Por lo tanto, el sustrato de vidrio recubierto parecía menos amarillento en la reflexión externa y no exhibía la estética de color dorado deseada.

Del mismo modo, para la pila de capas 3 donde el grosor de la tercera capa dieléctrica 130c se incrementó por encima de 100 nm, aunque el valor b^*_{Ext} permaneció en el rango deseado, a^*_{Ext} llegó a ser mayor que 5 lo que dio lugar a un indeseado matiz rojizo en el color externo. Además, b^*_T se volvió menos que cero y esto nuevamente no resultó en la deseada apariencia externa de color dorado. La reflexión interna de la R_{int} también se encontró muy alta para la pila de capas 3. En la pila de capas 4 la capa funcional de plata se depositó en un grosor de 4 nm y la tercera capa dieléctrica se depositó en un grosor de 50 nm. Una vez más, se encontró que los resultados eran muy lejanos a tener una apariencia externa de color dorado ($b^*_T < 0$, $a^*_{Ext} < 0$) y los niveles deseados de rendimiento del control solar.

Debe tenerse en cuenta que los ejemplos que aparecen más arriba solo indicativos y no limitan el alcance de la invención en ningún modo. El brillo del color externo reflejado por los artículos de vidrio para control solar puede variarse cambiando los valores de reflejo (R_{int} y R_{ext}).

Ejemplo comparativo 1

El ejemplo que se proporciona más abajo ilustra varias realizaciones de la presente divulgación y permite comparar las características de los delgados recubrimientos de varias capas que se obtienen de acuerdo con el estado anterior de la técnica y según la presente divulgación.

Tabla 4: Ejemplo comparativo 1

Identificación de la pila	Grosor (nm)	
Capa	CN204340313U	Presente divulgación
TiO _x	Nil	4
Si ₃ N ₄	80-160	68,4
NiCr	3-10	3,7
Ag	3-9	12,4
NiCr	3-10	2,6
Si ₃ N ₄	30-80	22,8
NbN	10-30	2,9
Si ₃ N ₄	30-100	12,9
Vidrio	Vidrio flotado	Vidrio de 6 mm

Era evidente que el documento del estado anterior de la técnica se centraba en tener capas dieléctricas más gruesas tanto sobre el sustrato transparente como sobre la capa absorbente de nitruro metálico. Por el contrario, la presente divulgación proporciona un delgado recubrimiento de varias capas que tiene una capa dieléctrica muy delgada sobre el sustrato transparente y una capa dieléctrica relativamente más delgada sobre la capa absorbente de nitruro metálico, como se muestra en la Tabla 3. Además, el grosor de la tercera capa dieléctrica proporcionada por encima de la capa bloqueadora superior contribuye al color dorado del artículo recubierto para control solar de la presente divulgación.

En la Tabla 5 se tabula el desempeño óptico de las referencias del estado anterior de la técnica.

Tabla 5: Resultados comparativos de desempeño óptico

	Transmisión		
	n	Afuera	Adentro

	L	* _T	* _T	Ext	Ext	*Ext	Int	*Int	*Int
CN20									
4340313U	8,1	3,5	4,5	6	1,5	2,15	,3		
Prese nte divulgación	1,7	0,2	,2	2,6	0,1	3,6	4,8	5,5	16,6

R_{ext} = Reflejo externo; a^*_{Ext} , $b^*_{Ext}=a^*$, b^* valores medidos en el lado del vidrio; R_{int} = reflejo interno; a^*_{Int} , $b^*_{Int}=a^*$, b^* valores medidos en el lado interno

La variación obtenida en los valores a^* , b^* tanto del lado del vidrio (G) como del lado del recubrimiento (C) del delgado recubrimiento de varias capas 200 son llamativamente diferentes de la que se registró en las referencias del estado anterior de la técnica. El valor negativo a^* y b^* ($a^*_{Ext}>b^*_{Ext}$) en la reflexión externa de la patente del estado anterior de la técnica dio lugar a una apariencia de color gris en la reflexión externa. En la presente divulgación, la pila de varias capas delgadas se ha diseñado para obtener un reflejo externo de color dorado brillante, un nivel de transmisión de luz deseado y un factor solar, optimizando los grosores de la capa más dieléctrica exterior y la capa funcional de metal plateado.

Además, en la Tabla 6 se muestran las diferencias en cuanto a los valores de rendimiento de la referencia del estado anterior de la técnica y la presente divulgación (Ejemplo 1). De la tabla se desprende que el factor solar y el factor de aislamiento (valor U) de la presente divulgación han mejorado más en comparación con la referencia del estado anterior de la técnica. Además de tal rendimiento, el artículo de vidrio para control solar 100 de la presente divulgación aporta una estética dorada especial en la reflexión externa.

Tabla 6: Valores comparativos de rendimiento

Rendimiento	Emisividad	Valor U	SF
-------------	------------	---------	----

CN204340313 U	-	1,77	0,31
Invencción actual	0,04	1,6	0,22

Aplicación industrial

El artículo de vidrio para control solar 100 de la presente divulgación se puede usar en una unidad de doble o triple acristalamiento o en forma laminada. Dichos vidriados se instalan de manera tal que el recubrimiento de varias capas se encuentra en la cara 2 (para DGU) o en la cara 4 (para DGU que comprende un vidriado compuesto); las caras de los sustratos se numeran desde el exterior hacia el interior de un edificio o habitación que está equipados con dicho recubrimiento, lo que le confiere un efecto de protección contra la radiación solar. Estos vidrios exhiben un valor de emisividad igual o inferior al 12% (preferentemente inferior al 4%). El artículo de vidrio para control solar 100 también puede usarse en un panel de revestimiento en la construcción de muros cortina en aplicaciones interiores. El artículo de vidrio templado para control solar 100 de la presente divulgación también puede usarse para construir aplicaciones interiores.

Debe tenerse en cuenta que todas las actividades descritas arriba en la descripción general o en los ejemplos son necesarias, que una parte de una actividad específica puede no ser necesaria, y que pueden realizarse una o más actividades adicionales a las ya descritas. Más aun, el orden en el que se enumeran las actividades no es necesariamente el orden en el que estas se realizan.

Arriba se describieron beneficios, otras ventajas y soluciones a problemas con respecto a realizaciones específicas. Sin embargo, los beneficios, las ventajas, las soluciones a problemas y cualquier característica que pueda causar que cualquier beneficio, ventaja o solución se produzca o se transforme en más pronunciada no se deben entender como características críticas, necesarias o esenciales para cualquiera de las reivindicaciones.

La memoria y las ilustraciones de las realizaciones descritas en la presente están destinadas a proporcionar un conocimiento general de la estructura de las distintas realizaciones. La memoria y las ilustraciones no están destinadas a servir como una descripción exhaustiva y abarcativa de todos los elementos y las características de equipos y sistemas que usan las estructuras o los métodos que se describen en la presente. Ciertas características, que se proporcionan a los fines de la claridad, descritas en la presente en el contexto de realizaciones separadas también se pueden proporcionar combinadas en una sola realización. A la inversa, varias características que, a los fines de la brevedad, se describen en el contexto de una sola realización también pueden proporcionarse por separado o es una subcombinación. Asimismo, la referencia a los valores indicados en rangos incluye a cada uno de los valores dentro del rango. Muchas otras representaciones pueden ser evidentes a los expertos en la materia solo después de leer esta memoria. Otras realizaciones pueden usarse y derivarse de esta divulgación, de forma tal que una sustitución estructural, lógica u otro cambio puede hacerse sin desviarse del alcance de la divulgación. Por consiguiente, la divulgación debe considerarse ilustrativa más que restrictiva.

La descripción junto con las figuras se proporciona para ayudar a comprender las enseñanzas divulgadas en la presente, para ayudar a comprender las enseñanzas, y no deben interpretarse con una limitación en el alcance o la aplicabilidad de las enseñanzas. Sin embargo, se pueden usar otras enseñanzas en esta solicitud.

Tal como se usa en la presente, “comprende”, “que comprende”, “incluido”, “que incluye”, “tiene”, “que tienen”, o cualquier otra variación de estas, están destinadas a cubrir una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un método, artículo, equipo que comprende una lista de características no se limita necesariamente solo a esas características, sino que puede incluir otras características que no se encuentren enumeradas expresamente o que no sean

inherentes a dicho método, artículo o equipo. Además, a menos que se indique expresamente lo contrario, “o” se refiere a un “o” inclusivo o a un “o” exclusivo. Por ejemplo, una condición A o B se satisface con una cualesquiera de las siguientes: A es verdadera (o está presente) y B es falsa (o no está presente), A es falsa (o no está presente) y B es verdadera (o está presente), y ambas, A y B, son verdaderas (o están presentes).

También, “un” o “una” se emplean para describir elementos y componentes descritos en la presente. Esto se hace simplemente por conveniencia y para dar un sentido general del alcance de la invención. Se debe entender que esta descripción incluye una o, por lo menos, una y el singular también incluye el plural, o vice versa, a menos que sea claro que se quiere decir lo contrario. Por ejemplo, cuando aquí se describe un solo artículo, más de un artículo se puede usar en lugar de uno solo. De igual manera, donde se describe más de un artículo aquí, se pueden sustituir dichos artículos con un solo artículo.

A menos que se defina de modo contrario, todos los términos técnicos y científicos usados en la presente tienen el mismo sentido que entiende comúnmente una persona con experiencia en la técnica a la cual pertenece esta invención. Los materiales, los métodos y los ejemplos son ilustrativos solamente y no se pretende que sean limitantes. En la medida en que ciertos detalles sobre materiales específicos y actos de procesamiento no se describen, dichos detalles pueden incluir métodos convencionales, que pueden encontrarse en libros de referencia y otras fuentes relacionadas con la fabricación.

Si bien se han mostrado y descrito aspectos de la presente divulgación particularmente con referencia a las realizaciones anteriores, los expertos en la materia entenderán que se pueden contemplar varias realizaciones adicionales mediante la modificación de las máquinas, los sistemas y los métodos divulgados sin apartarse del espíritu y el alcance de lo que se divulga. Debe entenderse que dichas realizaciones caen dentro del alcance de la presente divulgación según se determina con base en las reivindicaciones y cualquier equivalente de estas.

Lista de elementos

TÍTULO: ARTÍCULO DE VIDRIO PARA CONTROL SOLAR

100 Artículos de vidrio templable para control solar

101 Lado del recubrimiento

102 Lado del vidrio

110 Sustrato de vidrio

110a Sustrato de vidrio

110b Sustrato de vidrio

120 Capa absorbente de nitruro metálico

130a Primera capa dieléctrica transparente

130b Segunda capa dieléctrica transparente

130c Tercera capa dieléctrica transparente

140 Capa funcional

150a Capa bloqueadora inferior

150b Capa bloqueadora superior

160 Capa superior

200 Delgado recubrimiento de varias capas

300 Vidriado compuesto

310 Intercapa polimérica

400 Unidad de doble acristalamiento (DGU)

500 DGU que comprende el vidriado compuesto

410 Espacio de aire

1 Cara

2 Cara

3 Cara

4 Cara

5 Cara

6 Cara