

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 012 785**

51 Int. Cl.:

G02B 5/20 (2006.01)

G02B 5/08 (2006.01)

B32B 17/10 (2006.01)

C03C 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2011 PCT/EP2011/058569**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2011 WO11147875**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2011 E 11721334 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024 EP 2577367**

54 Título: **Acristalamiento de control solar**

30 Prioridad:

25.05.2010 BE 201000311

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

10.04.2025

73 Titular/es:

**AGC GLASS EUROPE (100.00%)
Avenue Jean Monnet 4
1348 Louvain-la-Neuve, BE**

72 Inventor/es:

**HEVESI, KADOSA y
SICHA, JAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 012 785 T3

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

DESCRIPCIÓN

Acristalamiento de control solar

5 La presente invención se refiere a un sustrato transparente que lleva un apilamiento multicapa de control solar, así como a un acristalamiento múltiple que incorpora al menos tal sustrato transparente que lleva un apilamiento multicapa de control solar.

10 Los apilamientos de control solar, también denominados apilamientos antisolares, a los que se refiere la presente invención incluyen capas funcionales que reflejan la radiación infrarroja, tales como capas a base de plata, a las que se asocian recubrimientos dieléctricos antirreflectantes que sirven para reducir la reflexión de la luz y controlar otras propiedades del apilamiento tales como el color, pero que también sirven como recubrimientos de unión y protección para las capas funcionales. Los apilamientos de control solar contienen comúnmente dos capas funcionales rodeadas por capas dieléctricas. Más recientemente, se han propuesto apilamientos funcionales de tres capas con el fin de mejorar aún más la protección solar manteniendo al mismo tiempo la mayor transmisión de luz posible. Cada capa funcional está separada por al menos un recubrimiento dieléctrico, de modo que cada capa funcional está rodeada por recubrimientos dieléctricos. Las diferentes capas del apilamiento se depositan, por ejemplo, mediante pulverización catódica bajo presión reducida asistida por un campo magnético, en un dispositivo bien conocido de tipo magnetrón. Sin embargo, la presente invención no se limita a este procedimiento particular de depósito de capas.

20 Estos apilamientos de control solar se utilizan en la producción de acristalamientos de protección solar, o acristalamientos antisolares, con el fin de reducir el riesgo de sobrecalentamiento excesivo, por ejemplo de un espacio cerrado con grandes superficies acristaladas, debido a la luz solar y reducir así el esfuerzo de climatización necesario en verano. El sustrato transparente suele estar constituido por una lámina de vidrio, pero también puede estar formado, por ejemplo, por una película de plástico tal como PET (tereftalato de polietileno) que después se encierra entre dos láminas de vidrio utilizando una película de polímero adhesivo tal como PVB (butiral de polivinilo) o el etileno acetato de vinilo EVA (Etileno Acetato de Vinilo) para formar un acristalamiento laminado, o se encierra dentro de un acristalamiento múltiple.

30 En este caso, el acristalamiento debe limitar la radiación solar energética total, es decir, debe tener un factor solar (FS o g) relativamente bajo. Sin embargo, debe garantizar el mayor nivel posible de transmisión de luz (T_L) de manera a proporcionar un nivel satisfactorio de iluminación en el interior del edificio. Estos requisitos algo contradictorios reflejan el deseo de obtener un acristalamiento con alta selectividad (S), definida por la relación entre la transmisión de luz y el factor solar. Estos apilamientos de control solar también tienen baja emisividad, lo que permite reducir la pérdida de calor a través de la radiación infrarroja de longitud de onda larga. Mejoran así el aislamiento térmico de grandes superficies acristaladas y reducen las pérdidas energéticas y los costes de calefacción en períodos fríos.

35 La transmisión luminosa (T_L) es el porcentaje del flujo luminoso incidente, del iluminante D65, transmitido por el acristalamiento en el rango visible. El factor solar (FS o g) es el porcentaje de radiación energética incidente que, por una parte, es transmitida directamente por el acristalamiento y, por otra parte, es absorbida por éste y después irradiada en dirección opuesta a la fuente de energía con respecto al acristalamiento.

40 Estos acristalamientos de control solar se ensamblan generalmente en acristalamientos múltiples tales como acristalamientos dobles o triples en los que la lámina de vidrio que lleva el apilamiento está asociada a una o más láminas de vidrio, provistas o no de un recubrimiento, estando el apilamiento de control solar multicapa en contacto con el espacio interior entre las láminas de vidrio.

45 En algunos casos, es necesario realizar una operación de refuerzo mecánico del acristalamiento, tal como el temple térmico de la o las láminas de vidrio, para mejorar la resistencia a las tensiones mecánicas. También puede ser necesario dar una curvatura más o menos compleja a las láminas de vidrio para aplicaciones particulares, utilizando una operación de curvado a alta temperatura. En los procesos de fabricación y conformación de acristalamientos, existen ciertas ventajas en realizar estas operaciones de tratamiento térmico sobre el sustrato ya recubierto en lugar de recubrir un sustrato ya tratado. Estas operaciones se llevan a cabo a una temperatura relativamente alta, temperatura a la cual la capa funcional a base de material que refleja el infrarrojo, por ejemplo a base de plata, tiende a deteriorarse y a perder sus propiedades ópticas y sus propiedades con respecto a la radiación infrarroja. Estos tratamientos térmicos consisten en particular en calentar la lámina vítrea a una temperatura mayor que 560 °C en el aire, por ejemplo entre 560 °C y 700 °C, y en particular alrededor de 640 °C a 670 °C, para una duración de aproximadamente 6, 8, 10, 12 o incluso 15 minutos según el tipo de tratamiento y el grosor de la lámina. En el caso de un tratamiento de curvado, la lámina vítrea se puede curvar entonces hasta obtener la forma deseada. El tratamiento de templado consiste entonces en enfriar bruscamente la superficie de la lámina vítrea, plana o curvada, mediante chorros de aire o de fluido refrigerante con el fin de obtener un refuerzo mecánico de la lámina.

60 En el caso en el que la lámina de vidrio recubierta deba sufrir un tratamiento térmico, es necesario por lo tanto tomar precauciones muy particulares para realizar una estructura de apilamiento que sea capaz de sufrir un tratamiento térmico de templado y/o curvado, a veces denominado en adelante con la expresión "templable", sin perder sus propiedades ópticas y/o energéticas que son su razón de ser. En particular, es necesario utilizar materiales dieléctricos

- 5 para formar los recubrimientos dieléctricos, que soportan las altas temperaturas del tratamiento térmico sin presentar modificaciones estructurales dañinas. Ejemplos de materiales especialmente adecuados para este uso son el óxido mixto de zinc-estaño, y en particular el estannato de zinc, el nitruro de silicio y el nitruro de aluminio. También se debe tener cuidado que las capas funcionales, por ejemplo a base de plata, no se oxiden durante el tratamiento, por ejemplo, asegurándose de que haya capas de sacrificio presentes en el momento del tratamiento que puedan oxidarse en lugar de la plata capturando oxígeno libre.
- 10 También es deseable que los acristalamientos cumplan ciertos criterios estéticos en términos de reflexión de la luz (R_L), es decir, el porcentaje del flujo luminoso incidente -del iluminante D65- reflejado por el acristalamiento en el rango visible, y del color en reflexión y en transmisión. La demanda del mercado es un acristalamiento con una reflexión de luz moderada, pero no demasiado baja para evitar el efecto "agujero negro" al mirar una fachada en ciertas condiciones de baja iluminación. La combinación de una alta selectividad con una reflexión de luz moderada conduce a veces a la obtención de tonos purpúreas en la reflexión que son poco estéticos.
- 15 Los acristalamientos de control solar también se utilizan en el ámbito del acristalamiento de automóviles, por ejemplo en parabrisas pero también en otras ventanas del vehículo tales como las ventanas laterales, traseras. En este campo, las ventanas son a menudo laminadas, es decir que el sustrato portador del apilamiento está asociado a otro sustrato transparente, portador o no de un apilamiento, con la intervención de una película plástica adhesiva generalmente de PVB, estando el apilamiento antisolar dispuesto en el interior del laminado en contacto con PVB. Las ventanas de los vehículos generalmente deben estar curvadas para adaptarse a la forma del vehículo. Cuando el sustrato es una lámina de vidrio, la operación de curvado se realiza a alta temperatura y el sustrato con su apilamiento se somete entonces a un tratamiento térmico similar al tratamiento de templado, con o sin enfriamiento rápido, descrito anteriormente con además una operación de conformado mientras el sustrato está a alta temperatura.
- 20 Para reducir la cantidad de calor que entra a la habitación o al vehículo a través del acristalamiento, se evita que la radiación térmica infrarroja invisible pase a través del acristalamiento reflejándola. Éste es el papel de las capas funcionales a base de un material que refleja la radiación infrarroja. Es un elemento esencial en el apilamiento de control solar.
- 25 Se han propuesto varias soluciones para mejorar la protección solar manteniendo al mismo tiempo la máxima transmisión de luz, pero ninguna solución proporciona un acristalamiento verdaderamente satisfactorio.
- 30 La solicitud de patente WO 2009/029466 A1 a nombre de PPG Industries describe un acristalamiento laminado para un vehículo automóvil en el que una lámina de vidrio lleva un apilamiento de tres capas funcionales a base de plata. Las capas de plata tienen un grosor decreciente a partir de la lámina de vidrio que las llevan. Este documento describe un apilamiento de alta transmisión de luz que se puede utilizar para formar un parabrisas de vehículo automóvil. Sin embargo, la selectividad de este apilamiento es relativamente baja.
- 35 La solicitud de patente EP 645352 A1 presentada por Saint-Gobain Vitrage describe un acristalamiento antisolar cuyo apilamiento está formado por tres capas de plata de grosor creciente a partir del vidrio.
- 40 El documento JPH02111644A describe acristalamientos que comprenden sistemas de capas que alternan capas funcionales a base de plata y recubrimientos de óxido de indio y estaño (ITO).
- 45 La publicación WO2003/093188 da a conocer un sustrato según la técnica anterior.
- 50 Sin embargo, según los ejemplos 1 y 2 del documento, o bien la selectividad es relativamente baja, o bien el tono en reflexión es poco estable y muy sensible a las fluctuaciones de grosores durante la fabricación o a la falta de uniformidad transversal.
- 55 Uno de los objetos de la invención es proporcionar un sustrato transparente que lleva un apilamiento multicapa de control solar que proporciona una protección solar eficaz con alta selectividad.
- Otro objeto de la invención es que el sustrato recubierto presente un aspecto agradable, tanto en transmisión como en reflexión en el lado del sustrato, satisfaciendo la demanda comercial, por ejemplo presentando en particular un tono relativamente neutro.
- 60 Otro objeto de la invención es permite la obtención más fácilmente de un sustrato recubierto que presente una buena estabilidad angular del tono en reflexión, es decir que presente una variación de tono de amplitud muy baja o de amplitud aceptable sin modificación importante del matiz del tono.
- 65 Otro objeto de la invención es proporcionar un sustrato recubierto que presenta poca variación en el tono de reflexión observado en el lado del sustrato cuando hay una fluctuación en los grosores de capas durante el tiempo de fabricación de un lote de sustratos recubiertos o una falta de uniformidad transversal debido a un porcentaje de depósito variable a lo largo de la longitud de los cátodos.

Otro objeto de la invención es proporcionar un sustrato recubierto que pueda producirse fácilmente en grandes series a escala industrial a un precio de coste ventajoso.

La invención se refiere a un sustrato transparente que lleva un apilamiento multicapa de control solar que comprende tres capas funcionales a base de un material que refleja la radiación infrarroja y cuatro recubrimientos dieléctricos de manera que cada capa funcional está rodeada por recubrimientos dieléctricos, caracterizado por que el grosor geométrico de la segunda capa funcional a partir del sustrato es al menos 4 % menor que los grosores geométricos de la primera y tercera capas funcionales, y caracterizado por que la relación entre el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico dispuesto entre la segunda y tercera capas funcionales y el grosor geométrico de la tercera capa funcional a partir del sustrato está comprendida entre 5,5 y 10.

Se ha comprobado que esta característica facilita la fácil obtención de sustrato recubierto con un alto rendimiento antisolar, es decir, una alta transmisión de luz combinada con una alta selectividad, teniendo una apariencia estética agradable y estable. Se ha constatado también que esta característica según la cual el grosor de la primera capa funcional, así como el grosor de la tercera capa funcional, es significativamente (al menos 4 %) mayor que el grosor de la segunda capa funcional permite alcanzar más fácilmente un valor de b^* en transmisión menor o igual a 4, y una variación angular, entre 0° y 55° , de a^* en reflexión en el lado del sustrato comprendida entre -3,6 y 2. Las variaciones de tono a^* y b^* según el ángulo de visión pueden ser relativamente pequeñas. También se observa que se puede lograr fácilmente una alta estabilidad de las tolerancias de fabricación cuando se examina el sustrato recubierto en reflexión del lado sustrato.

Este resultado es sorprendente ya que, dada la complejidad de interferencia de un apilamiento multicapa de este tipo, normalmente se espera una variabilidad relativamente alta de los tonos observados en reflexión en el lado del sustrato con respecto a una variación en el ángulo de visión y con respecto a las fluctuaciones de grosor durante la producción.

La variación del índice de refracción de diferentes materiales que forman recubrimientos dieléctricos transparentes puede ser significativamente diferente en función de la longitud de onda. En el ámbito de la presente invención, el grosor óptico de los dieléctricos se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{grosor óptico} = d \text{ multiplicado por } n_v$$

en la que d es el grosor geométrico (físico) de la capa considerada y n_v es un índice de refracción virtual obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$n_v = \left(0,6902 \times n(550)^2\right) - \left(0,165 \times n(550)\right) - 0,4643$$

en la que $n(550)$ es el índice de refracción del material en la longitud de onda de 550 nm.

Si un recubrimiento dieléctrico está compuesto de varias capas, el grosor óptico total del recubrimiento dieléctrico a considerar es la suma de los grosores ópticos de las diferentes capas. Cuando la capa de barrera protectora de la capa funcional es una capa de metal de sacrificio, esta capa en realidad se oxida y se transforma en un dieléctrico transparente en el producto terminado. Esta capa, al ser muy fina, tiene poca influencia en las propiedades ópticas. Sin embargo, si el apilamiento multicapa debe soportar un tratamiento térmico de alta temperatura, tal como un templado y/o un curvado, esta capa metálica de sacrificio se hace más gruesa para formar una reserva metálica a oxidar suficiente para proteger la capa funcional. Prácticamente todo el grosor de esta capa se transforma en óxido. En los diversos cálculos de relación de grosores según la invención, incluidos los grosores de recubrimiento dieléctrico, el grosor de esta capa de metal de sacrificio oxidado debe incluirse en el grosor total del recubrimiento dieléctrico en cuestión, siempre que su grosor físico en forma oxidada supere 2,5 nm, lo que corresponde aproximadamente a 1,4 nm de metal tal como se deposita para una barrera de Ti. Por lo tanto, los cálculos de relación no tienen en cuenta la fina capa de barrera que se utiliza normalmente en los apilamientos que no tienen que sufrir un tratamiento térmico a altas temperaturas. Por supuesto, no debe incluirse el grosor de la porción de la capa que haya podido quedar en forma metálica y que pueda servir en particular como capa absorbente. Si se utiliza una capa externa de protección metálica de sacrificio para proteger el apilamiento en espera del tratamiento térmico y se oxida mediante este tratamiento en el producto terminado, el grosor de la capa oxidada debe incluirse en los cálculos de la relación. Lo mismo ocurre si el metal de sacrificio se nitrura y forma un dieléctrico transparente.

En la presente descripción, cuando se dan grosores geométricos de capas de un apilamiento multicapa, o cuando se hace referencia a grosores geométricos, primero se miden globalmente sobre el sustrato recubierto utilizando un aparato de fluorescencia de rayos X (XRF) con detección de dispersión de longitud de ondas (WDS). Este dispositivo se calibra para cada material en base a 5 a 10 muestras recubiertas con el material considerado en grosores conocidos, distribuidos entre 2 y 300 nm, tanto en monocapas como en capas intercaladas en varios apilamientos. Si un material está presente en capas múltiples en un apilamiento, el grosor total de este material se deduce de un análisis XRF tal como se describe anteriormente, y después se distribuye la distribución del grosor total en cada una de las capas individuales del apilamiento utilizando una medida de perfilado del apilamiento, por ejemplo utilizando el

perfilado XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy con una pistola de perfilado que utiliza iones de argón en el intervalo de energía de 1 a 3 keV).

5 La estabilidad del tono en la fabricación en serie a gran escala es un elemento importante para garantizar la fabricación de un producto de alta calidad constante. Con fines de comparación, se cuantificó la variación en el tono de reflexión debido a una fluctuación de los grosores de las capas utilizando una fórmula matemática. El índice de variación de tono de fabricación se denominó "Deltacol" y se definió mediante la siguiente relación:

$$Deltacol = 0,5x \left(\sqrt{\frac{\Delta a^*}{1,2}} + \sqrt{\frac{\Delta b^*}{2,4}} \right)$$

10 en la que Δa^* y Δb^* son las diferencias entre los valores más altos y más bajos de a^* y b^* respectivamente encontrados cuando los grosores de cada capa de plata y cada recubrimiento dieléctrico en el apilamiento varían individualmente en más o menos 2,5 %. Los valores a^* y b^* son los valores CIELAB 1976 $L^*a^*b^*$ medidos bajo iluminante D65/10°.

15 Preferentemente, el grosor geométrico de la segunda capa funcional a partir del sustrato es al menos 8 % menor que el grosor geométrico de la tercera capa funcional.

Preferiblemente, el grosor geométrico de la segunda capa funcional a partir del sustrato es al menos 8 % menor que los grosores geométricos de las primera y tercera capas funcionales.

20 Preferentemente, el grosor geométrico de la segunda capa funcional a partir del sustrato es al menos 15 % menor que el grosor geométrico de la tercera capa funcional.

25 Preferentemente, la relación entre el grosor óptico del tercer recubrimiento dieléctrico D3 dispuesto entre la segunda y la tercera capas funcionales y el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico final D4 dispuesto más allá de la tercera capa funcional a partir del sustrato es menor que 2,6, ventajosamente menor que 2,2 y favorablemente menor que 2. Esta relación D3 a D4 es preferiblemente mayor que 1,3 y ventajosamente mayor que 1,4. Esta relación se sitúa preferentemente entre 1,3 y 2,6 y preferiblemente entre 1,5 y 2,1, especialmente para obtener una alta transmisión de luz.

30 Según la invención, la relación entre el grosor óptico del tercer recubrimiento dieléctrico D3 dispuesto entre la segunda y la tercera capa funcional y el grosor geométrico de la tercera capa funcional a partir del sustrato está comprendida entre 5,5 y 10, ventajosamente entre 6,6 y 9,3 y favorablemente comprendida entre 7 y 9.

35 Preferentemente, la relación entre el grosor óptico del primer recubrimiento dieléctrico D1 dispuesto entre el sustrato y la primera capa funcional y el grosor óptico del último recubrimiento dieléctrico dispuesto más allá de la tercera capa funcional está comprendida entre 0,5 y 2,7, ventajosamente entre 0,8 y 2,3, y favorablemente comprendida entre 1,3 y 2,3. Esta relación se sitúa preferentemente entre 0,8 y 2, especialmente para obtener una alta transmisión de luz.

40 Preferentemente, la relación entre el grosor óptico del tercer recubrimiento dieléctrico D3 y el grosor óptico del segundo recubrimiento dieléctrico D2 dispuesto entre la primera capa funcional a partir del sustrato y la segunda capa funcional está comprendida entre 0,4 y 1,1, ventajosamente entre 0,4 y 0,95, y favorablemente entre 0,4 y 0,85.

45 Preferentemente, la relación entre el grosor óptico del segundo recubrimiento dieléctrico D2 y el grosor óptico del primer recubrimiento dieléctrico D1 está comprendida entre 1,15 y 3,4, preferentemente entre 1,4 y 3,4 y ventajosamente entre 1,4 y 2,8. Esta relación se sitúa preferentemente entre 1,6 y 2,1, especialmente para obtener una alta transmisión de luz.

50 El cumplimiento de estas diferentes relaciones entre los grosores ópticos de los recubrimientos dieléctricos y/o los grosores geométricos de las capas funcionales discutidas anteriormente promueve la obtención de un apilamiento de control solar de alto rendimiento energético, manteniendo al mismo tiempo una transmisión de luz relativamente alta, con un tono agradable y estable y una alta selectividad, particularmente cuando todas estas relaciones se realizan en combinación. Este apilamiento se puede fabricar fácilmente en grandes series en una instalación industrial ya que tiene una buena estabilidad de tono dentro de una tolerancia de fabricación fácil de respetar. Se descubrió que también se puede obtener con mayor facilidad un nivel de reflexión más bajo examinado en el lado de apilamiento, particularmente menor que 20 %. De esta manera, la reflexión en el interior de una habitación, cuando el apilamiento está dispuesto en la posición 2 (siendo la posición 1 convencionalmente la cara exterior), no es demasiado alto para no dificultar la visión a través del sustrato recubierto.

60 Como se ha indicado anteriormente, las capas funcionales se forman ventajosamente a partir de metal noble. Pueden ser a base de plata, oro, paladio, platino o sus mezclas o aleaciones, pero también a base de cobre o aluminio, solos, en aleación o en aleación con uno o varios de los metales nobles. Preferiblemente, todas las capas funcionales son a base de plata. Es un metal noble que tiene una eficiencia muy alta en la reflexión de la radiación infrarroja. Es

fácilmente implementable en un dispositivo de magnetron y su precio de coste no es prohibitivo, sobre todo considerando su eficiencia. Ventajosamente, la plata se dopa con unos pocos porcentajes de paladio, aluminio o cobre, por ejemplo a razón de 1 a 10 %, o se puede utilizar una aleación de plata.

5 Preferiblemente, la variación de tono Deltacol (como se define anteriormente) en la reflexión vista desde el lado del sustrato es menor que 3,4, ventajosamente menor que 3, preferiblemente menor que 2,6 y favorablemente menor que 2,2. Se obtiene así un sustrato recubierto cuya apariencia en la reflexión sobre el lado del sustrato es poco sensible a los imprevistos de la fabricación a escala industrial que pueden causar fluctuaciones en los grosores de las capas durante la producción.

10 Preferiblemente, la variación de tono Deltacol en la reflexión vista desde el lado de apilamiento es menor que 6, ventajosamente menor que 4 y preferiblemente menor que 2,8. Asimismo, se obtiene así un sustrato recubierto cuya apariencia en la reflexión sobre el lado del apilamiento es poco sensible a los imprevistos de la fabricación a escala industrial que pueden causar fluctuaciones en los grosores de las capas durante la producción.

15 Preferentemente, las variaciones de a^* en la reflexión en el lado del sustrato, durante una variación del ángulo de observación comprendida entre 0 y 55°, son como máximo 3,5 en valor absoluto, ventajosamente como máximo 2. Esto proporciona una estabilidad del tono especialmente ventajosa, ya que el aspecto general de una fachada varía poco según el ángulo de observación, por ejemplo, según el desplazamiento del observador.

20 Preferentemente, las variaciones de b^* en la reflexión en el lado del sustrato, durante una variación del ángulo de observación comprendida entre 0 y 55°, son como máximo 5 en valor absoluto, ventajosamente como máximo 4. Esto proporciona también, especialmente en combinación con un tono nominal predominantemente azul y la baja variación de a^* , una estabilidad de tono particularmente ventajosa.

25 Preferentemente, el sustrato que lleva el apilamiento tiene una selectividad mayor que 1,9, ventajosamente mayor que 1,94, y favorablemente mayor que 1,98 cuando el apilamiento se deposita sobre una lámina de vidrio flotado transparente sodocálcico ordinario de 6 mm de grosor y esta lámina recubierta se monta en doble acristalamiento con otra lámina de vidrio flotado transparente sodocálcico ordinario de 4 mm de grosor que no está recubierta.

30 Los recubrimientos dieléctricos transparentes son bien conocidos en el campo de las capas depositadas por pulverización catódica. Los materiales adecuados son muchos y no es útil enumerarlos todos aquí. Generalmente se tratan de óxidos, oxinitruros o nitruros metálicos. Entre los más comunes, se pueden citar a título de ejemplo SiO_2 , TiO_2 , SnO_2 , ZnO , ZnAlOx , Si_3N_4 , AlN , Al_2O_3 , ZrO_2 , Nb_2O_5 , YOx , TiZrYOx , TiNbOx , HfOx , MgOx , TaOx , CrOx y Bi_2O_3 , y sus mezclas. También se pueden mencionar los siguientes materiales: AZO, ZTO, GZO, NiCrOx , TXO, ZSO, TZO, TNO, TZSO, TZAO y TZAYO. El término "AZO" se refiere a un óxido de zinc dopado con aluminio o a un óxido mixto de zinc y aluminio, obtenido preferiblemente a partir de un cátodo cerámico formado por el óxido a depositar, ya sea en atmósfera neutra o ligeramente oxidante. De manera similar, las expresiones ZTO o GZO se refieren respectivamente a óxidos mixtos de titanio y zinc o de zinc y galio, obtenidos a partir de cátodos cerámicos, ya sea en atmósfera neutra o ligeramente oxidante. El término TXO se refiere al óxido de titanio obtenido a partir de un cátodo cerámico de óxido de titanio. El término ZSO se refiere a un óxido mixto de zinc-estaño obtenido a partir de un cátodo metálico de la aleación depositado bajo una atmósfera oxidante o a partir de un cátodo cerámico del óxido correspondiente, o en una atmósfera neutra o ligeramente oxidante. Las expresiones TZO, TNO, TZSO, TZAO o TZAYO se refieren respectivamente a óxidos mixtos titanio-circonio, titanio-niobio, titanio-circonio-estaño, titanio-circonio-aluminio o titanio-circonio-aluminio-itrio, obtenidos a partir de cátodos cerámicos, en atmósfera neutra o ligeramente oxidante. Todos estos materiales mencionados anteriormente se pueden utilizar para formar los recubrimientos dieléctricos transparentes utilizados en la presente invención.

35 40 45 50 Preferiblemente, al menos uno de los recubrimientos dieléctricos comprende al menos una capa a base de un óxido mixto de zinc-estaño que contiene al menos 20 % en peso de estaño, por ejemplo aproximadamente 50 % para formar Zn_2SnO_4 . Este óxido es muy útil como recubrimiento dieléctrico en un apilamiento capaz de sufrir un tratamiento térmico.

55 Preferentemente, el recubrimiento dieléctrico inferior dispuesto entre la lámina de material vítreo y la capa funcional comprende al menos un óxido mixto de zinc-estaño que contiene al menos 20 % en peso de estaño, y el recubrimiento dieléctrico exterior también comprende al menos un óxido mixto de zinc-estaño que contiene al menos 20 % en peso de estaño. Esta disposición es muy favorable para proteger la capa funcional tanto frente a la oxidación procedente del exterior como del oxígeno procedente del material vítreo.

60 65 Preferentemente, el recubrimiento dieléctrico dispuesto debajo de una o cada capa funcional comprende una capa a base de óxido de zinc, opcionalmente dopado por ejemplo con aluminio o galio, en contacto directo con la o las capas funcionales. El óxido de zinc puede tener un efecto particularmente favorable sobre la estabilidad y la resistencia a la corrosión de la capa funcional, en particular cuando se trata de plata. También es favorable a la mejora de la conductividad eléctrica de una capa a base de plata, y por lo tanto a la obtención de una baja emisividad, en particular durante el tratamiento térmico.

Ventajosamente, el recubrimiento dieléctrico dispuesto debajo de cada capa funcional comprende una capa a base de un óxido mixto de zinc-estaño que tiene no más de aproximadamente 20 % en peso de estaño y al menos aproximadamente 80 % en peso de zinc, preferiblemente no más de aproximadamente 10 % de estaño y al menos aproximadamente 90 % de zinc, en contacto directo con la o las capas funcionales. Este óxido mixto con un alto contenido de óxido de zinc debajo y en contacto directo con la capa funcional, particularmente cuando es a base de plata, es ventajoso para la resistencia de la capa funcional al tratamiento térmico de alta temperatura, del tipo templado y/o curvado. La combinación de este óxido mixto de alto contenido en zinc debajo de la capa funcional con un óxido mixto de zinc-estaño que contiene al menos 20 % en peso de estaño en los dieléctricos inferiores y externos constituye la estructura más ventajosa para la buena resistencia del apilamiento durante un tratamiento térmico de alta temperatura.

Preferiblemente, el sustrato es una lámina de vidrio sodocálcico ordinario. Es el sustrato más adecuado para servir como base para un acristalamiento de control solar. Preferentemente, el sustrato es una lámina de vidrio extratransparente que tiene una transmisión de luz mayor que 90 %, o incluso mayor o igual a 91 %, e incluso mayor o igual a 92 %. Un sustrato especialmente preferido es el vidrio vendido bajo la marca CLEARVISION® por la compañía AGC Glass Europe.

Según una realización ventajosa, el apilamiento comprende al menos una capa absorbente de modo que, cuando el apilamiento se deposita sobre una lámina de vidrio transparente ordinario de 6 mm de grosor, la absorción luminosa total A_L del sustrato recubierto medida en el lado del sustrato es de al menos 25 %, preferiblemente de al menos 30 % y ventajosamente de al menos 33 %. La transmisión de luz en un acristalamiento simple como el descrito es en este caso menor o igual a 64 %, preferiblemente menor que 61 %. La capa absorbente puede tener un carácter metálico como el descrito en la solicitud de patente presentada el mismo día a nombre del solicitante y titulada "Acristalamiento de control solar de bajo factor solar" o puede estar formada por un material dieléctrico tal como TiN, NbN, TaN o un óxido absorbente tal como WO_3 , Fe_2O_3 , óxido de acero inoxidable SSOx, o incluso una forma absorbente subestequiométrica. Se ha descubierto que, con la configuración particular de las capas funcionales según la invención, la capa absorbente no tiene por qué estar dispuesta necesariamente en el primer y/o último recubrimiento dieléctrico, lo que resulta ventajoso desde el punto de vista del proceso de fabricación y permite una mayor flexibilidad en el desarrollo del apilamiento deseado. Además, el índice de variación de tono Deltacol obtenido es menor que según la técnica anterior discutida anteriormente.

La invención se extiende a un acristalamiento múltiple que comprende al menos un sustrato que lleva un apilamiento multicapa de control solar como se ha descrito anteriormente. El sustrato es preferiblemente una lámina de vidrio sodocálcico ordinario, y ventajosamente un vidrio extratransparente que tiene una transmisión de luz mayor que 90 % como se ha discutido anteriormente, tal como el vidrio vendido bajo la marca CLEARVISION® por la compañía AGC Glass Europe. La invención proporciona un acristalamiento múltiple de protección solar muy útil.

El sustrato recubierto con el apilamiento multicapa se ensambla preferiblemente en un acristalamiento múltiple, por ejemplo doble o triple acristalamiento, de tal manera que, cuando se monta en un edificio, la radiación solar incide primero en la lámina de vidrio recubierta del lado desprovisto del apilamiento, después en el apilamiento, después en la segunda lámina de vidrio y después eventualmente en la tercera si se trata de un triple acristalamiento. El apilamiento está, por lo tanto, según la convención generalmente utilizada, en la posición 2. Esta es la posición en la que la protección solar es más efectiva.

Preferentemente, cuando el sustrato que lleva el apilamiento multicapa es una lámina de vidrio transparente ordinario de 6 mm y está montada en un doble acristalamiento con una lámina de vidrio transparente ordinario sin recubrimiento de 4 mm de grosor, el doble acristalamiento así formado presenta un factor solar menor que 39 %, ventajosamente comprendido entre 14 y 36 % y favorablemente comprendido entre 18 y 34 %, una transmisión luminosa comprendida entre 30 y 72 %, ventajosamente comprendido entre 38 y 69 % y favorablemente comprendido entre 45 y 64 %, una reflexión luminosa externa, por lo tanto en el lado de vidrio de la lámina de vidrio recubierta, comprendida entre 7 y 25 %, preferentemente entre 11 y 19 %, con un tono de reflexión exterior azulado caracterizado por un valor b^* menor o igual a a^* , siendo preferentemente $a^* > -5$, y ventajosamente comprendido entre -1 y -3. La variación angular del valor a^* del tono en la reflexión de la luz exterior entre 0° y 55° está preferiblemente comprendida entre -3,6 y 2. El tono de transmisión se caracteriza preferiblemente por un valor b^* menor o igual a 4, ventajosamente menor o igual a 3.

Según una realización preferida, cuando el sustrato que lleva el apilamiento multicapa es una lámina de vidrio transparente ordinario de 6 mm y está montada en un doble acristalamiento con una lámina de vidrio transparente ordinario de 4 mm de grosor sin recubrimiento, el doble acristalamiento así formado presenta un factor solar comprendido entre 25 y 34 %, ventajosamente comprendido entre 27 y 31 %, y una transmisión luminosa mayor que 55 %, ventajosamente comprendida entre 57 y 72 %. Esto permite obtener un acristalamiento transparente que forma una pantalla de protección solar eficaz combinada con una alta transmisión de luz.

Según otra realización preferida, cuando el sustrato que lleva el apilamiento multicapa es una lámina de vidrio transparente ordinario de 6 mm y está montada en un doble acristalamiento con una lámina de vidrio transparente ordinario de 4 mm de grosor sin recubrimiento, el doble acristalamiento así formado presenta un factor solar comprendido entre 18 y 27 %, ventajosamente comprendido entre 21 y 26 %, y una transmisión luminosa comprendida

entre 35 y 55 %, ventajosamente comprendida entre 40 y 52 %. Esto permite obtener un acristalamiento transparente que forma una pantalla de protección solar muy eficaz, especialmente indicada para regiones muy soleadas.

5 La invención se extiende también a los acristalamientos laminados que comprenden al menos un sustrato transparente como el descrito anteriormente ensamblado a una lámina de material vítreo con la intervención de un material plástico adhesivo. Tal acristalamiento se utiliza ventajosamente como acristalamiento para un vehículo automóvil.

10 La invención se describirá ahora con más detalle, de manera no limitativa, utilizando los ejemplos de realizaciones preferidas a continuación.

10 Ejemplos:

Ejemplo 1.

15 Una lámina de vidrio flotado transparente sodocálcico ordinario, de 3,2 m por 1 m y 6 mm de grosor, se coloca en un dispositivo de pulverización catódica, asistido por un campo magnético, a presión reducida (aproximadamente 0,3 Pa) del tipo magnetrón. Sobre esta lámina de vidrio se deposita un apilamiento de control solar multicapa que incluye, en secuencia:

20 Un primer recubrimiento dieléctrico se deposita sobre la lámina de vidrio. Este primer recubrimiento está formado por dos capas de óxidos mixtos de zinc-estaño depositados en una atmósfera reactiva constituida por una mezcla de argón y oxígeno, a partir de cátodos de aleaciones de zinc-estaño de diferentes composiciones. El primer óxido mixto de zinc-estaño se forma a partir de cátodos de una aleación de zinc-estaño de 52 % en peso de zinc y 48 % en peso de estaño para formar la estructura de espinela de estannato de zinc Zn_2SnO_4 . El segundo óxido mixto de zinc-estaño $ZnSnO_x$, de aproximadamente 9,2 nm de grosor geométrico, se deposita a partir de dianas de una aleación de zinc-estaño de 90 % en peso de zinc y 10 % en peso de estaño. El grosor de la primera capa de óxidos mixtos de zinc-estaño es el complemento con respecto al grosor de la segunda capa para alcanzar el grosor geométrico correspondiente al grosor óptico del primer recubrimiento dieléctrico D1 indicado en la tabla 1 a continuación.

30 Se deposita entonces una capa funcional IR1 que refleja el infrarrojo, formada por plata a partir de una diana de plata sustancialmente pura en una atmósfera neutra de argón, sobre el primer recubrimiento dieléctrico D1. El grosor geométrico de esta capa IR1 se da en la tabla 1.

35 Se deposita una capa de protección de 1,4 nm de metal de sacrificio Ti a partir de una diana de titanio en una atmósfera neutra directamente sobre la capa de plata que tiene una interfaz común con ella. La atmósfera oxidante del plasma durante el depósito de la siguiente capa, descrita a continuación, oxidará esta capa de sacrificio de titanio. Para un apilamiento destinado a sufrir un tratamiento de templado, curvado y/o endurecimiento (que es un tratamiento de templado en el que el enfriamiento rápido es menos pronunciado), se depositarían de 2,6 a 3,2 nm de titanio en las mismas condiciones. El grosor de la capa de protección transformada en óxido que excede los 2,5 nm (valor correspondiente en óxido al grosor geométrico de 1,4 nm de Ti de la capa de protección tal como se deposita en el caso de un apilamiento no templable) debe añadirse al grosor del recubrimiento dieléctrico que sigue para el cálculo de las relaciones según la invención.

40 De la misma manera, sobre la capa de protección se depositan las siguientes capas:

45 Un segundo recubrimiento dieléctrico D2, una segunda capa funcional IR2, una capa de sacrificio de Ti de 1,4 nm, un tercer recubrimiento dieléctrico D3, una tercera capa funcional IR3, una capa de sacrificio de Ti de 1,4 nm, seguido de un cuarto y último recubrimiento dieléctrico D4. Este cuarto recubrimiento dieléctrico D4 está formado por dos capas de óxidos mixtos de zinc-estaño depositados en una atmósfera reactiva constituida por una mezcla de argón y oxígeno a partir de cátodos de aleaciones de zinc-estaño de diferentes composiciones. El primer óxido mixto de zinc-estaño $ZnSnO_x$, de aproximadamente 8 nm de grosor geométrico, se deposita a partir de dianas de una aleación de zinc-estaño de 90 % en peso de zinc y 10 % en peso de estaño, denominado a continuación ZSO9. El segundo óxido mixto de zinc-estaño se forma a partir de cátodos de una aleación de zinc-estaño de 52 % en peso de zinc y 48 % en peso de estaño para formar la estructura de espinela de estannato de zinc Zn_2SnO_4 , denominado a continuación ZSO5. El grosor de esta segunda capa de óxidos mixtos de zinc-estaño es el complemento con respecto al grosor de la primera capa para alcanzar el grosor geométrico correspondiente al grosor óptico del cuarto recubrimiento dieléctrico D4 indicado en la tabla 1 a continuación.

60 Las segunda y tercera capas funcionales que reflejan el infrarrojo, IR2 e IR3, están formadas por plata a partir de una diana de plata casi pura pulverizada en una atmósfera neutra de argón, de la misma manera que la capa IR1.

65 Los segundo y tercero recubrimientos dieléctricos, respectivamente D2 y D3, están formados cada uno respectivamente de dos capas de óxidos mixtos de zinc-estaño depositadas en una atmósfera reactiva constituida por una mezcla de argón y oxígeno a partir de cátodos de aleaciones de zinc-estaño de diferentes composiciones. El primer óxido mixto de zinc-estaño de cada uno de estos dos recubrimientos dieléctricos se forma a partir de cátodos de una aleación de zinc-estaño de 52 % en peso de zinc y 48 % en peso de estaño para formar la estructura de

5 espinela de estannato de zinc Zn_2SnO_4 . El segundo óxido mixto de zinc-estaño $ZnSnO_x$, de cada uno de estos dos recubrimientos dieléctricos, de aproximadamente 16 nm de grosor geométrico, se deposita a partir de dianas de una aleación de zinc-estaño de 90 % en peso de zinc y 10 % en peso de estaño. El grosor de la primera capa de óxidos mixtos de zinc-estaño de cada uno de estos dos recubrimientos es el complemento con respecto al grosor de la segunda capa de cada uno de estos dos recubrimientos para alcanzar el grosor geométrico correspondiente respectivamente a los grosores ópticos de los segundo y tercer recubrimientos dieléctricos D2 y D3 indicados en la tabla 1 siguiente.

10 En la tabla 1, también se muestran los valores de las diferentes relaciones de grosores de los recubrimientos dieléctricos y capas funcionales discutidos anteriormente. Como se discutió anteriormente, estas relaciones se calculan sin tener en cuenta el grosor de las capas de metal de sacrificio de protección, cada una de 1,4 nm de Ti.

15 Esta lámina de vidrio recubierta se ensambla después formando un doble acristalamiento con otra lámina de vidrio transparente de 4 mm, y el recubrimiento se coloca en el lado del espacio interior del doble acristalamiento. El espacio entre las dos láminas es de 15 mm y el aire se sustituye en 90 % por argón. Observando el doble acristalamiento del lado vidrio del sustrato recubierto, estando el apilamiento colocado en la posición 2, es decir que se puede ver primero el acristalamiento provisto del apilamiento observado del lado vidrio, después la lámina de vidrio transparente sin recubrimiento, se puede observar las propiedades ópticas y térmicas indicadas en la tabla 2. En la presente invención, se utilizan las siguientes convenciones para valores medidos o calculados. La transmisión de luz (T_L), la reflexión de luz (R_L), la absorción de luz (A_L) (porcentaje del flujo luminoso -de iluminante D65/2°- absorbido por el acristalamiento en el rango visible) se miden con el iluminante D65/2°. En lo que se refiere al tono de reflexión y al tono de transmisión, los valores CIELAB 1976 ($L^*a^*b^*$) se miden con el iluminante D65/10°. El factor solar (FS o g) se calcula según la norma EN410.

25 En la tabla 2, también se indican los valores de selectividad (S) y Deltacol, así como los valores de las variaciones de a^* y b^* en la reflexión en el lado del sustrato durante una variación del ángulo de observación entre 0 y 55°, denominados respectivamente "Shift a^* " y "Shift b^* ". Deltacol (Rv) significa que el índice de variación se obtiene en la reflexión en el lado del sustrato, mientras que Deltacol (Rc) significa que el índice de variación se obtiene en el lado de apilamiento. Para los valores de tonos, " (T_L) " significa que el valor se mide en transmisión, " (Rc) " significa que el valor se mide en reflexión en el lado del apilamiento (capa), y " (Rv) " significa que el valor se mide en reflexión en el lado del sustrato (vidrio). La columna A_E de la tabla 2 muestra los valores de absorción energética del sustrato recubierto de una sola lámina, calculados según la norma EN410. El índice de refracción $n(550)$, en la longitud de ondas de 550 nm, de los materiales dieléctricos ZSO5 y ZSOg es 2,03.

35 Se constata que los tonos en reflexión obtenidos son agradables y corresponden a la demanda comercial. El nivel de reflexión en el lado del sustrato no es demasiado bajo, lo que evita el "agujero negro" y al mismo tiempo evita el efecto espejo. Las variaciones angulares de tono son bajas y bastante aceptables, y la estabilidad de fabricación es particularmente buena.

40 En una variante, el óxido mixto de zinc-estaño de los diversos recubrimientos dieléctricos se reemplazó por una de las siguientes secuencias de capas para D1, D2 y/o D3: TiO_2/ZnO Al o $TZO/TiO_2/ZnO$ o $SnO_2/ZnO/SnO_2/ZnO$ o $ZnO:Al/ZSO_5/ZnO$, mediante una de las siguientes secuencias para D1: Si_3N_4/ZnO o AlN/ZnO , y una de las siguientes secuencias para D4: ZnO/SnO_2 o ZnO/TZO o $ZnO:Al/ZSO_5$ o $ZnO/SnO_2/Si_3N_4$ o $ZnO/SnO_2/AlN$, con opcionalmente una capa de protección externa. En cada ocasión, los grosores geométricos de los diferentes constituyentes se adaptaron en función de su índice de refracción virtual (como se describe anteriormente) para obtener el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico correspondiente como se indica en la tabla 1. El índice de refracción real $n(550)$, a la longitud de onda de 550 nm, de los materiales dieléctricos utilizados son los siguientes: TiO_2 , $n(550) = 2,5$; para Si_3N_4 , $n(550) = 2,04$; para Al_2O_3 , $n(550) = 1,8$; para ZSO5 et ZSO9, $n(550) = 2,03$; para AlN, $n(550) = 1,9$; y para TZO, $n(550) = 2,26$. Se obtuvieron aproximadamente las mismas propiedades.

50 En una variante, las capas de protección depositadas directamente sobre las capas de plata IR1, IR2 y/o IR3 son capas delgadas de 2 nm de $TiOx$ o $ZnOx$ eventualmente dopadas con aluminio, depositadas en atmósfera neutra a partir de cátodos cerámicos respectivamente de óxido de titanio o de zinc, posiblemente dopados. Cuando las tres capas de protección están así formadas por $TiOx$ depositado a partir de un cátodo cerámico, la ganancia en transmisión de luz TL es de 8 % en lámina monolítica con respecto a una capa de protección formada por un metal de sacrificio Ti oxidado por el proceso de depósito en atmósfera oxidante del siguiente recubrimiento dieléctrico. Cuando las tres capas de protección están así formadas por $ZnO:Al$ (2% en peso de aluminio) depositado a partir de un cátodo cerámico, la ganancia en transmisión de luz TL es de 3 % en lámina monolítica con respecto a una capa de protección formada por un metal de sacrificio Ti oxidado por el proceso de depósito en atmósfera oxidante del siguiente recubrimiento dieléctrico.

60 Según otras variantes, la secuencia de óxidos mixtos de zinc-estaño en el recubrimiento dieléctrico transparente D4 se ha sido reemplazado por la secuencia $ZnO:Al/TiO_2$ o TZO, por la secuencia $ZnO:Al/SnO_2/TiO_2$ o TZO, o incluso por la secuencia $ZnO:Al/ZSO_5/TiO_2$ o TZO.

65 **Ejemplos 2 a 6.**

Los ejemplos 2 a 6 se realizaron de la misma manera, según las mismas estructuras y con los mismos materiales que el ejemplo 1. En estos ejemplos, sin embargo, los grosores ópticos de los diferentes recubrimientos y los grosores geométricos de las diferentes capas funcionales se modificaron según las indicaciones de la tabla 1. En cuanto a los recubrimientos dieléctricos, se utilizó el mismo principio que en el ejemplo 1, es decir, están formados por dos capas, una de las cuales tiene un grosor fijo y la otra capa tiene el grosor complementario para obtener el grosor óptico indicado en la tabla.

Ejemplo comparativo 1.

Ejemplo comparativo 1 (Comp. 1), que se muestra en las tablas 1 y 2, muestra un apilamiento fuera de la invención y se llevó a cabo según la estructura descrita por la solicitud de patente WO 2009/029466 A1.

En este ejemplo comparativo, el recubrimiento dieléctrico D1 está constituido de 30,7 nm de estannato de zinc y 8 nm de ZnO, los recubrimientos dieléctricos D2 y D3 están formados respectivamente por 58,6 nm y 54,8 nm de estannato de zinc, cada uno rodeado por 8 nm de ZnO en cada lado, y D4 está formado por 8 nm de ZnO seguido de 24,6 nm de estannato de zinc y 4 nm de TiO₂. Las tres capas funcionales están formadas de plata. Sobre cada capa de plata se deposita una capa de sacrificio de Ti que da lugar a 2 nm de TiO₂ en el producto terminado. El sustrato es de vidrio sodocálcico ordinario.

Se constata en particular que la selectividad es muy baja.

Ejemplos 7 a 12.

Los ejemplos 7 a 12 se llevaron a cabo de la misma manera, según las mismas estructuras y con los mismos materiales que el ejemplo 1 y se refieren a la segunda realización de la invención. En estos ejemplos, las capas de protección de metal de sacrificio Ti, depositadas sobre la primera capa funcional IR1 para los ejemplos 7 a 9 y 11, o sobre las tres capas funcionales IR1, IR2 e IR3 para el ejemplo 10, están destinadas a formar al mismo tiempo capas absorbentes Abs1, Abs2 y Abs3 en el producto terminado. La atmósfera oxidante del plasma durante el depósito de la siguiente capa oxidará parcialmente esta capa de sacrificio de titanio. El grosor geométrico de la capa de Ti tal como se deposita es suficiente para que el Ti metálico permanezca en el producto terminado que forma la capa absorbente Abs1, Abs2 o Abs3 del grosor especificado en la tabla 1.

En una variante, también es posible depositar, además, directamente sobre la capa de plata antes de depositar la capa absorbente, una fina capa de 1 a 2 nm de TiOx o de ZnOx eventualmente dopado con aluminio, en atmósfera neutra a partir de un cátodo cerámico respectivamente de óxido de titanio o de óxido de zinc, eventualmente dopados.

Las propiedades correspondientes se dan en la tabla 2.

Ejemplos 13 a 15.

Los ejemplos 13 a 15 se llevaron a cabo de la misma manera, según las mismas estructuras y con los mismos materiales que el ejemplo 1, salvo por lo que se precisa a continuación, y se refieren a la segunda realización de la invención. En estos ejemplos, se depositó una capa absorbente de luz encima de la primera capa funcional IR1.

En el ejemplo 13, se depositó una capa absorbente de luz TiN de 5,7 nm de grosor geométrico directamente sobre la primera capa de plata IR1 mediante pulverización catódica en una atmósfera de nitrógeno a partir de una diana de titanio metálico. A continuación, se depositó la capa de protección de Ti de sacrificio con un grosor geométrico de 1,4 nm.

En el ejemplo 14, se depositó una capa de protección de TiOx, depositada en atmósfera neutra a partir de un cátodo cerámico de óxido de titanio, con un grosor geométrico de 2,4 nm, directamente sobre la primera capa de plata IR1. Se depositó entonces una capa absorbente de luz de TiN de 5,7 nm de grosor geométrico encerrada entre dos capas de 23,6 nm de grosor óptico de Si₃N₄ mediante pulverización catódica en una atmósfera de nitrógeno a partir de dianas de titanio metálico y silicio dopado con aluminio. La estructura inmediatamente después de IR1 es por lo tanto la siguiente: IR1/Ti/Si₃N₄/TiN/Si₃N₄/ZSO5/ZSO9/IR2. En la tabla 1, el valor de 57 Å para la capa absorbente se ha colocado entre paréntesis en la columna Abs1 para indicar que esta capa no está en realidad en el buen sitio en la secuencia de la estructura real, ya que la capa absorbente está en realidad encerrada entre dos capas de Si₃N₄. El grosor óptico total indicado para el recubrimiento dieléctrico D2 tiene en cuenta el grosor de las dos capas de Si₃N₄ así como el grosor de las capas ZSO5 y ZSO9.

El ejemplo 15 tiene la misma estructura que el ejemplo 14, excepto que la capa absorbente de luz aquí es una capa de 1,2 nm de grosor geométrico de Pd, también encerrada entre dos capas de Si₃N₄ de 23,6 nm cada una.

Las propiedades de estos ejemplos se muestran en la tabla 2.

Tabla 1.

Ejemplo	D1 (Å)	IR1 (Å)	Abs1 (Å)	D2 (Å)	IR2 (Å)	Abs2 (Å)	D3 (Å)	IR3 (Å)	Abs3 (Å)	D4 (Å)	D1/D4	D3/D2	IR3/IR2	D3/D4	D3/IR3	D2/D1
1	886	139	-	1601	111	-	997,9	129	-	511	1,73	0,62	1,16	1,95	7,73	1,81
2	908	132	-	1605	120	-	1125	148	-	564	1,61	0,70	1,23	2,00	7,63	1,77
3	974	136	-	1644	115	-	1040	142	-	540	1,80	0,63	1,24	1,93	7,31	1,69
4	837	135	-	1669	119	-	950,4	131	-	511	1,64	0,57	1,10	1,86	7,25	1,99
5	649	80	-	1153	64,8	-	1253	217	-	786	0,83	1,09	3,36	1,59	5,76	1,78
6	908	132	-	1605	120	-	1125	148	-	564	1,61	0,70	1,23	2,00	7,63	1,77
Comp. 1	786	97,2	-	1514	106	-	1437	80	-	799	0,98	0,95	0,76	1,80	17,90	1,93
7	666	148	27	1345	64,8	-	840,5	126	-	617	1,08	0,63	1,94	1,36	6,67	2,02
8	664	161	23	1459	82	-	758,1	108	-	540	1,23	0,52	1,32	1,40	6,99	2,20
9	786	157	23	1489	95	-	768	102	-	489	1,61	0,52	1,07	1,57	7,51	1,89
10	966	123	12	1525	116	4	1093	128	9	481	2,01	0,72	1,10	2,27	8,54	1,58
11	1052	150	19	1468	108	-	953	118	-	485	2,17	0,65	1,09	1,96	8,10	1,40
12	871	159	27	1532	95	-	749	99	-	496	1,76	0,49	1,04	1,51	7,55	1,76
13	663	161	57	1491	82	-	758	108	-	540	1,23	0,51	1,32	1,40	6,99	2,25
14	663	157	(57)	1460	82	-	778	108	-	540	1,23	0,53	1,32	1,44	7,18	2,20
15	663	161	(15)	1460	93	-	778	112	-	540	1,23	0,53	1,20	1,44	6,98	2,20

Tabla 2.

Ejemplo	S	A _E %	g %	Ti %	a' (Ti)	b' (Ti)	L* (Rc)	a' (Rc)	b' (Rc)	L* (Rv)	a' (Rv)	b' (Rv)	Shift a'	Shift b'	Deltao (Rv)	Deltao (Rc)
1	1,99	33	30	59,8	5,3	2,9	46,7	0,6	1,1	43,1	4,8	10,1	0,4	3,4	1,8	2,1
2	2	34	29,7	59,5	-5,8	1,8	46,5	2,7	1,2	42,9	-4,5	-7,7	-0,5	4,6	1,7	2,1
3	2	34	29,2	58,4	-5,5	3,3	48,6	1,1	0,9	45,1	5,3	10,5	-0,8	4,8	1,7	2,3
4	1,99	33	29,3	58,3	-5,5	3,2	48,6	2,2	1,5	45,6	-4,9	-10,2	-0,9	3,8	1,7	2,2
5	1,88	36	27,7	54,8	-7,5	3,8	53,5	7,7	-3,3	49,2	-3,0	-7,3	1,7	2,0	1,7	2,1
6	2	33,7	29,7	59,5	-5,8	1,8	46,5	2,6	1,2	43,0	4,6	7,6	0,7	4,6	1,7	2,0
Comp. 1	1,72	33,2	38,5	68,1	-3,9	2,5	41,9	0,3	-4,9	39,1	-2,0	-3,4	1,9	2,4		
7	1,92	41	24,5	47,0	-6,7	1,5	41,9	-3,2	-7,0	50,1	4,8	9,7	3,2	0,0	2,5	4,4
8	1,95	39	24,5	47,7	-6,5	1,1	43,4	-6,6	-3,2	50,7	-4,5	-9,3	-2,2	-0,2	2,4	3,3
9	1,97	40	24,8	48,9	-7,0	1,0	42,7	-5,6	-1,8	47,5	-4,6	-10,9	-0,9	0,0	2,2	2,6
10	1,94	44	24,8	48,0	-7,8	-1,0	43,4	-0,2	5,2	38,2	-4,9	-11,1	0,6	3,4	2,2	1,7
11	2,03	40	25,1	50,8	-7,5	2,2	43,4	-4,6	-1,7	44,6	5,0	-14,1	1,1	1,5	2,5	3,8
12	1,97	40	24,3	47,9	-7,2	2,7	42,9	-5,2	-4,5	49,1	3,5	-13,9	-3,6	1,8	2,2	2,7
13	1,88	34,6	25	49,6	-5,3	2,9	47,2	-9,3	-1,7	53,4	-4,8	-8,5	-2,9	1,3		
14	1,99	35,3	24,2	48,0	-6,6	1,1	44,2	-7,0	-2,0	52,4	-1,8	-6,8	-1,4	1,4		
15	1,93	37,6	25,1	48,4	-5,3	3,2	41,7	0,5	-2,9	48,4	-6,9	-13,5	-2,2	1,2		

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sustrato transparente que lleva un apilamiento multicapa de control solar que comprende tres capas funcionales (IR1, IR2, IR3) a base de un material que refleja la radiación infrarroja y cuatro recubrimientos dieléctricos (D1, D2, D3, D4), de manera que cada capa funcional (IR) está rodeada por recubrimientos dieléctricos (D), en el que el grosor geométrico de la segunda capa funcional (IR2) a partir del sustrato es menor de al menos 4 % que los grosores geométricos de las primera (IR1) y tercera (IR3) capas funcionales, y en el que la relación entre el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico (D3) dispuesto entre la segunda (IR2) y la tercera (IR3) capa funcional y el grosor geométrico de la tercera capa funcional (IR3) a partir del sustrato está comprendida entre 5,5 y 10.
- 10 2. Sustrato transparente según la reivindicación 1, caracterizado por que el grosor geométrico de la segunda capa funcional (IR2) a partir del sustrato es menor que al menos 8 % del grosor geométrico de la tercera capa funcional (IR3).
- 15 3. Sustrato transparente según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el grosor geométrico de la segunda capa funcional (IR2) a partir del sustrato es menor de al menos 8 % que los grosores geométricos de la primera (IR1) y la tercera (IR3) capas funcionales.
- 20 4. Sustrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el grosor geométrico de la segunda capa funcional (IR2) a partir del sustrato es menor que al menos 15 % del grosor geométrico de la tercera capa funcional (IR3).
- 25 5. Sustrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la relación entre el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico (D3) dispuesto entre la segunda (IR2) y la tercera (IR3) capas funcionales y el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico final (D4) dispuesto más allá de la tercera capa funcional a partir del sustrato está comprendida entre 1,3 y 2,6.
- 30 6. Sustrato transparente según la reivindicación 5, caracterizado por que la relación entre el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico (D3) dispuesto entre la segunda (IR2) y la tercera (IR3) capas funcionales y el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico final (D4) dispuesto más allá de la tercera capa funcional a partir del sustrato está comprendida entre 1,5 y 2,1.
- 35 7. Sustrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la relación entre el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico (D3) dispuesto entre la segunda (IR2) y la tercera (IR3) capa funcional y el grosor geométrico de la tercera capa funcional (IR3) a partir del sustrato está comprendida entre 7 y 9.
- 40 8. Sustrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la relación entre el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico (D1) dispuesto entre el sustrato y la primera capa funcional (IR1) y el grosor óptico del último recubrimiento dieléctrico (D4) dispuesto más allá de la tercera capa funcional está comprendida entre 0,5 y 2,7, preferiblemente entre 1,3 y 2,3.
- 45 9. Sustrato transparente según la reivindicación 8, caracterizado por que la relación entre el grosor óptico del recubrimiento dieléctrico (D1) dispuesto entre el sustrato y la primera capa funcional (IR1) y el grosor óptico del último recubrimiento dieléctrico (D4) dispuesto más allá de la tercera capa funcional (IR3) está comprendida entre 0,8 y 2.
- 50 10. Sustrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la relación entre el grosor óptico del tercer recubrimiento dieléctrico (D3) y el grosor óptico del segundo recubrimiento dieléctrico (D2) dispuesto entre la primera capa funcional (IR1) a partir del sustrato y la segunda capa funcional (IR2) está comprendida entre 0,4 y 1,1.
- 55 11. Sustrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la relación entre el grosor óptico del segundo recubrimiento dieléctrico (D2) y el grosor óptico del primer recubrimiento dieléctrico (D1) está comprendida entre 1,15 y 3,4 y preferiblemente entre 1,6 y 2,1.
- 60 12. Sustrato transparente según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el apilamiento comprende al menos una capa absorbente de manera que, cuando el apilamiento se deposita sobre una lámina de vidrio transparente ordinario de 6 mm de grosor, la absorción luminosa total A_L del vidrio que lleva el apilamiento medida en el lado del sustrato es de al menos 25 %, preferiblemente de al menos 30 %, y ventajosamente de al menos 33 %.
- 65 13. Acristalamiento múltiple que comprende al menos un sustrato transparente según una de las reivindicaciones anteriores.
14. Acristalamiento múltiple según la reivindicación 13, caracterizado por que presenta un factor solar comprendido entre 14 y 36 %, una transmisión luminosa comprendida entre 38 y 69 %, una reflexión luminosa exterior, en el lado

ES 3 012 785 T3

vidrio de la lámina de vidrio recubierta, comprendida entre 7 y 25 %, y un tono en reflexión exterior cuyo valor b^* es menor o igual a a^* y cuya variación angular de a^* entre 0° y 55° está comprendida entre $-3,6$ y 2 .

- 5 15. Acristalamiento laminado que comprende al menos un sustrato transparente según una de las reivindicaciones anteriores ensamblado a una lámina de material vítreo con la intervención de un material plástico adhesivo.