

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 990 149**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2018 PCT/FR2018/052904**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2019 WO19097192**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2018 E 18829898 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024 EP 3713890**

54 Título: **Material que comprende una única capa funcional que contiene plata y una capa absorbente**

30 Prioridad:

20.11.2017 FR 1760922

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

29.11.2024

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
Tour Saint-Gobain, 12 place de l'Iris
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**MARIANI, SILVIA;
DELBECQ, CÉCILE y
CHERY, VINCENT**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 990 149 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

Material que comprende una única capa funcional que contiene plata y una capa absorbente

5 La invención se refiere a un material que comprende un sustrato transparente recubierto con una pila de capas delgadas que comprenden una única capa metálica funcional a base de plata y una capa absorbente. La invención se refiere también a un acristalamiento que comprende el material.

10 Las capas metálicas funcionales a base de plata (o capas de plata) presentan propiedades ventajosas de conducción eléctrica y de reflexión de la radiación infrarroja (IR), de ahí su utilización en acristalamientos para “control solar”, destinados a reducir la cantidad de energía solar entrante, y/o en acristalamientos de “baja emisividad”, destinados a reducir la cantidad de energía disipada hacia el exterior de un edificio o de un vehículo.

15 Estas capas de plata se depositan entre revestimientos a base de materiales dieléctricos que comprenden generalmente varias capas dieléctricas (en adelante revestimientos dieléctricos) lo que permite ajustar las propiedades ópticas de la pila. Estas capas dieléctricas permiten además proteger la capa de plata de ataques químicos o mecánicos.

20 En los países en donde los niveles de exposición a la luz solar son altos, los acristalamientos de baja emisividad para aplicaciones “residenciales” también deben mostrar el efecto de control solar.

25 Para lograr este objetivo, una solución consiste en aumentar el espesor de la capa metálica funcional a base de plata hasta obtener el nivel deseado de transmisión de energía. Sin embargo, esto se traduce en un aumento de la reflexión de la luz hasta niveles considerados estéticamente indeseables, en particular superiores al 25 % o incluso al 27 %.

Para superar esta desventaja, otra solución propuesta consiste en introducir material absorbente en forma de una capa absorbente en la pila. El objetivo es reducir la transmisión de energía y, al mismo tiempo, limitar el aumento de la reflexión de la luz a un nivel aceptable.

30 Varios documentos describen el uso de capas absorbentes en pilas que comprenden varias capas funcionales. La complejidad de estas pilas no permite adaptar la enseñanza de estos documentos para el diseño de una pila que tenga una sola capa funcional.

35 El documento US-2011/2614442 A1 describe un material que comprende un vidrio recubierto con una pila de capas delgadas que comprende, partiendo del sustrato: un revestimiento inferior que comprende una capa dieléctrica, una capa absorbente, una capa dieléctrica, solo una capa funcional metálica basada en plata y un revestimiento superior que comprende dos capas dieléctricas.

40 También existen documentos que describen pilas de capas delgadas que comprenden una única capa funcional y una o más capas absorbentes. La introducción de estas capas absorbentes permite reducir la reflexión de la luz. Sin embargo, ninguna de las soluciones descritas en estos documentos es totalmente satisfactoria.

45 La invención se refiere específicamente al desarrollo de un material que comprende una pila que tiene una única capa funcional a base de plata; el material, una vez instalado en un doble acristalamiento, permite obtener:

- una selectividad elevada, en particular superior a 1,45,
- una reflexión de la luz interior y exterior inferior al 25 %, preferiblemente entre el 15 y el 25 %,
 - 50 – tonalidades azuladas en la reflexión exterior,
 - tonalidades azuladas en la reflexión interior,
 - tonalidades no amarillas en la transmisión, preferiblemente tonalidades lo más neutras posible.

55 Obtener tonalidades azuladas en la reflexión interior y exterior es un objetivo esencial de la invención.

60 La selectividad “S” corresponde a la relación entre la transmisión de luz LT_{vis} en la región visible del acristalamiento y el factor solar SF del acristalamiento ($S = LT_{vis}/SF$). El factor solar “SF” corresponde a la relación en % de la energía total que entra en el local a través del acristalamiento con respecto a la energía solar incidente.

65 Todas las características lumínicas descritas se obtienen según los principios y métodos de la Norma Europea EN 410 en relación con la determinación de las características de luz y solares de los acristalamientos usados en el vidrio para la industria de la construcción.

Las propiedades, como la selectividad, la reflexión de la luz exterior o interior y las propiedades colorimétricas, se calculan con:

- 5 - materiales que comprenden un sustrato revestido con una pila que tiene una sola capa funcional montada en un doble acristalamiento,
- 10 - el doble acristalamiento tiene una configuración: 4-16(Ar-90 %)-4, es decir, una configuración que consiste en un material que comprende un sustrato y otro sustrato de vidrio de 4 mm, los dos sustratos están separados por una cavidad insertada llena de gas que comprende un 90 % de argón y un 10 % de aire con un espesor de 16 mm,
- 15 - la pila está posicionada en la cara 2.

Un acristalamiento para la industria de la construcción delimita generalmente dos espacios: un espacio descrito como “exterior” y un espacio descrito como “interior”. Se considera que la luz solar que entra en un edificio va desde el exterior hacia el interior. La pila se encuentra en una de las siguientes ubicaciones:

- 20 - en la cara 2, es decir, en el sustrato más exterior del edificio, en su cara orientada hacia la cavidad insertada llena de gas,
- 25 - en la cara 3, es decir, en el sustrato más interior del edificio, en su cara orientada hacia la cavidad insertada llena de gas,

Según la invención, las características luminosas se miden según el iluminante D65 a 2° perpendicularmente al material colocado en un doble acristalamiento:

- 30 - LT corresponde a la transmisión de luz en la región visible en %,
- 35 - Rext corresponde a la reflexión de luz exterior en la zona visible en %, con el observador en el lado del espacio exterior,
- 40 - Rint corresponde a la reflexión de luz interior en la zona visible en %, con el observador en el lado del espacio interior,
- 45 - a^*T y b^*T corresponden a los colores en transmisión a^* y b^* en el sistema $L^*a^*b^*$,
- 50 - a^*Rext y b^*Rext corresponden a los colores en reflexión a^* y b^* en el sistema $L^*a^*b^*$, el observador en el lado del espacio exterior,
- 55 - a^*Rint y b^*Rint corresponden a los colores en reflexión a^* y b^* en el sistema $L^*a^*b^*$, el observador en el lado del espacio interior,

Según la invención:

- 60 - tonalidades azuladas en la reflexión exterior se definen con valores b^*Rext inferiores a -5, incluso -6, y mejor aún -8 y, opcionalmente, valores a^*Rext que son positivos e inferiores a 5, incluso inferiores a 3,
- 65 - tonalidades azuladas en la reflexión exterior se definen por valores b^*Rext inferiores a -5, incluso -6, y mejor aún -8 y, opcionalmente, valores a^*Rext que son positivos y menores que 5, incluso que 3.
- 70 - tonalidades no amarillas en la transmisión, que son preferiblemente lo más neutras posible, se definen con valores b^*T inferiores a 6.

Las soluciones desarrolladas en la técnica anterior, en particular en las solicitudes WO 2010/072973, WO 2010/072974 y WO 2014/044984, muestran:

- 75 - una selectividad excesivamente baja, mientras que los acristalamientos convencionales que comprenden pilas que comprenden una sola capa funcional que no comprende una capa absorbente pueden presentar una selectividad de aproximadamente 1,5, y/o
- 80 - una reflexión de la luz interior y/o exterior excesivamente alta, en particular superior al 25 %,
- 85 - tonalidades no azuladas en la reflexión interior y exterior (b^*Rext y b^*Rint superiores a -4) o amarillas en la transmisión (b^*T superior a 6).

El objetivo de la invención es superar las desventajas de la técnica anterior, desarrollando un nuevo tipo de pila que comprenda una sola capa funcional, cuya pila confiere, al doble acristalamiento que la incorpora, una alta selectividad,

en particular superior a 1,45, de hecho incluso superior a 1,5, un reflejo de la luz en el lado exterior e interior de menos del 25 % y un color que sea relativamente neutro en la transmisión y azul en el lado exterior y en el lado interior.

5 La invención se refiere a un material que comprende un sustrato transparente revestido con una pila de capas delgadas según la reivindicación 1.

La capa absorbente absorbe radiación solar en la parte visible del espectro,

10 La invención también se refiere a un acristalamiento múltiple que comprende al menos un material según la invención y al menos un segundo sustrato, el material y el segundo sustrato están separados por al menos una cavidad llena de gas insertada. Preferiblemente, la pila se coloca en la cara 2.

Según otra realización ventajosa, cuando el material se monta en un doble acristalamiento con el revestimiento funcional situado en la cara 2, el doble acristalamiento tiene:

- 15
- una selectividad superior a 1,45
 - una reflexión de la luz interior y exterior inferior al 25 %,
 - 20 - un valor de b^* en la reflexión exterior (b^*R_{ext}) inferior a -5,
 - un valor de b^* en la reflexión interior (b^*R_{int}) inferior a -5.

Los objetivos de la invención se pueden convertir en propiedades de absorción. Los objetivos son:

- 25
- una alta selectividad, es decir, un factor solar bajo y una alta transmisión de luz,
 - un reflejo de luz bajo,
 - 30 - modificaciones que no deben provocar un cambio indeseable:
 - del color en transmisión hacia el amarillo,
 - del color en reflexión hacia el rojo.

35 En transmisión, se desea lo siguiente:

- una alta absorción de la parte roja del espectro visible y de la radiación infrarroja, es decir, una alta absorción de las longitudes de onda a partir de 600 nm, y
- 40 - una baja absorción en el resto del espectro visible para mantener una alta transmisión de luz.

En reflexión, se desea lo siguiente:

- 45
- una alta absorción, en particular de la parte roja del espectro visible,
 - una absorción moderada de la parte azul-verde del espectro visible, es decir, de las longitudes de onda de aproximadamente 450 nm.

50 La absorción de energía luminosa en una pila de capas delgadas, atribuible a la presencia de una capa absorbente, depende tanto de la naturaleza de la capa absorbente, del espesor y del material que la constituye, así como también de la posición en donde se encuentra la capa absorbente en la pila.

55 La amplitud local del campo eléctrico en una capa de la pila depende de su posición en la pila, que funciona como un filtro de interferencia. La absorción de energía luminosa varía proporcionalmente con respecto a la amplitud de este campo eléctrico.

60 Si la capa absorbente se coloca en un punto de la pila en donde la amplitud del campo eléctrico para una longitud de onda dada es alta, la absorción de esta longitud de onda será mayor en comparación con una pila que comprende la misma capa absorbente colocada en un punto en donde la amplitud del campo eléctrico es menor.

La Figura 1 ilustra las variaciones en la amplitud del campo eléctrico (E^2 en una unidad arbitraria), a diferentes longitudes de onda, según la distancia desde el sustrato (en nm), para una pila típica, cuya secuencia de capas a partir del sustrato se describe en la abscisa superior. Las longitudes de onda elegidas respectivamente ilustran:

- 65
- 450 nm: el campo cromático del azul,

- 550 nm: el campo cromático del verde,
- 700 nm: el campo cromático del rojo,
- 900 nm: la radiación IR.

Se pueden hacer las siguientes observaciones:

- cerca del sustrato, la amplitud del campo eléctrico para una longitud de onda de 450 nm es alta y relativamente muy superior a la amplitud del campo eléctrico para una longitud de onda de 700 nm,

- cerca y por debajo de la capa de plata, la amplitud del campo eléctrico para una longitud de onda de 450 nm, 550 nm y 700 nm es del mismo orden de magnitud.

El solicitante ha demostrado así que, en una pila que comprende una sola capa de plata, la intensidad del campo eléctrico para las longitudes de onda cortas de la región visible correspondiente al azul es particularmente alta cerca del sustrato y disminuye de manera muy significativa a medida que se acerca a la capa de plata. Estas longitudes de onda cortas son del orden de 400 a 450 nm.

El solicitante demuestra así que es posible aumentar o reducir selectivamente las propiedades de absorción de la pila para determinadas longitudes de onda. Para ello, es posible seleccionar ventajosamente la posición de la capa absorbente colocándola en un punto de la pila en donde la amplitud del campo eléctrico para esta longitud de onda sea alta o baja.

Sorprendentemente, al configurar la pila para:

- no absorber significativamente las longitudes de onda cortas correspondientes al color azul, sino
- promover la absorción de las otras longitudes de onda,

se obtiene un material que exhibe simultáneamente:

- la tonalidad deseada en la reflexión, es decir, una tonalidad azulada,
- una baja reflexión en el lado exterior e interior,
- una alta selectividad.

Sin embargo, la capa absorbente está separada ventajosamente de la capa metálica funcional por una o más capas dieléctricas para evitar cualquier daño a la capa funcional o a la capa absorbente.

La solución de la invención consiste, por tanto, en colocar una capa absorbente en un punto muy preciso de una pila que comprende una única capa metálica funcional. Colocar la capa absorbente cerca de la capa funcional permite:

- absorber lo menos posible la luz azul para obtener un tonalidad azulada en la reflexión,
- evitar que se produzca una tonalidad excesivamente amarilla durante la transmisión,
- evitar cualquier deterioro de la capa funcional o de la capa absorbente.

La invención también se refiere a:

- un acristalamiento que comprende al menos un material según la invención.

En una configuración de doble acristalamiento, la presente invención posibilita obtener una alta selectividad S, en particular de más de 1,45, de hecho incluso de más de 1,5, un factor solar (SF) de menos del 45 %, colores neutros en transmisión y una apariencia azulada en reflexión exterior e interior.

El material utilizado en el doble acristalamiento puede presentar además las siguientes características:

- una selectividad superior a 1,50
- una transmisión de luz, por orden de preferencia creciente, superior o igual al 55 %, superior o igual al 60 %, de entre el 50 y el 70 %,

- un factor solar, por orden de preferencia creciente, inferior al 45 %, 44 %, 43 %,
- una reflexión exterior, por orden de preferencia creciente, inferior al 24 %, inferior al 22 % o comprendida entre el 20 y el 23 %,
- una reflexión interior, por orden de preferencia creciente, inferior al 24 %, inferior al 22 %, inferior al 21 % o comprendida entre el 18 % y el 21 %.

Las características preferidas que aparecen a continuación de la descripción son aplicables tanto al material según la invención como, en su caso, al acristalamiento o al proceso según la invención.

La pila se deposita mediante desintegración catódica asistida por campo magnético (proceso magnetrón). Según esta realización ventajosa, todas las capas del apilamiento se depositan mediante desintegración catódica asistida por campo magnético.

A menos que se mencione otra cosa, los espesores indicados en el presente documento son espesores físicos y las capas son capas delgadas. Se entiende que la capa delgada significa una capa que presenta un espesor de entre 0,1 nm y 100 micrómetros.

Por "capa absorbente", en el sentido de la presente invención, se entiende una capa hecha de un material que presenta una relación n/k en todo el intervalo de longitud de onda de la región visible (de 380 nm a 780 nm) entre 0 y 5, excluyéndose estos valores, y que presenta una resistividad eléctrica en estado volumétrico (como se conoce en la bibliografía) superior a $10^{-6} \Omega \cdot n$. n indica el índice de refracción real del material en una longitud de onda dada y k representa la parte imaginaria del índice de refracción en una longitud de onda dada; la relación n/k es calculada a una longitud de onda dada idéntica para n y para k .

Preferiblemente, la absorción de luz y, por lo tanto, la absorción de la radiación solar en la parte visible del espectro, debida a la capa absorbente, medida depositando solo esta capa absorbente encerrada entre sus dos capas dieléctricas sobre un vidrio transparente ordinario con un espesor de 4 mm, medido en el lado del vidrio, está entre el 5 % y el 45 %, preferiblemente entre el 10 % y el 35 %.

La capa absorbente se selecciona entre:

- capas metálicas basadas en un metal o en una aleación metálica,
- capas de nitruro metálico y
- capas de oxinitruro metálico,

de uno o más elementos elegidos entre paladio, niobio, tungsteno, acero inoxidable, titanio, cromo, molibdeno, circonio, níquel, tántalo o zinc.

La capa absorbente solar puede estar esencialmente en la forma metálica. Aunque esencialmente se encuentra en forma metálica, el metal puede presentar trazas de nitruración debido a la atmósfera de deposición contaminada con nitrógeno de las zonas de deposición vecinas. Preferiblemente, la capa absorbente es un metal elegido entre paladio, niobio, tungsteno, acero inoxidable, titanio, cromo, molibdeno, circonio, níquel, tantalio, zinc o aleaciones, tales como NiCr, NiCrW, WTa, WCr, NbZr, TaNiV, CrZr y NbCr.

La capa absorbente puede ser un nitruro o un subnitruro, es decir, un nitruro subestequiométrico en nitrógeno. Preferentemente, la capa que absorbe la radiación solar es un nitruro elegido entre TiN, NiCrWN, NiVN, TaN, CrN, ZrN, CrZrN, TiAlN, TiZrN, WN, SiZrN y SiNiCrN.

Ventajosamente, la capa absorbente se puede elegir entre las capas basadas en Ti, TiN, Nb, NbN, Ni, NiN, Cr, CrN, NiCr o NiCr.

Según las realizaciones preferidas, la capa absorbente es una capa de nitruro de titanio TiN o una capa metálica de aleación de níquel y cromo NiCr.

Preferiblemente, la pila comprende una única capa absorbente. Esto significa en particular que el revestimiento superior no comprende una capa absorbente.

El espesor de la capa absorbente es, por orden creciente de preferencia, de 0,2 a 9 nm, de 0,3 a 5 nm, de 0,35 a 3 nm, de 0,35 a 0,45 nm.

El espesor de todas las capas interpuestas entre la capa absorbente y la capa funcional es, por orden creciente de preferencia:

- mayor que 3 nm, mayor que 4 nm, mayor que 5 nm, o
- menor que 18 nm, menor que 17 nm, menor que 16 nm, menor que 1 nm, menor que 14 nm, menor que 13 nm, menor que 12 nm, menor que 11 nm, menor que 10 nm, o
- de entre 3 y 18 nm, de entre 3 y 15 nm, de entre 3 y 10 nm.

El espesor de todas las capas interpuestas entre la capa absorbente y el sustrato es, por orden de preferencia creciente:

- mayor que 11 nm, mayor que 12 nm, mayor que 13 nm, mayor que 14 nm, mayor que 15 nm, mayor que 16 nm, mayor que 17 nm, mayor que 18 nm,
- de entre 11 y 30 nm, de entre 12 y 25 nm, de entre 15 y 20 nm.

Según la invención, la pila comprende una única capa metálica funcional a base de plata. Este tipo de pila también se denomina "pila monocapa funcional". Esto significa que la pila no comprende otra capa funcional a base de plata.

Una capa metálica funcional a base de plata comprende al menos el 95,0 %, preferiblemente al menos el 96,5 % y, mejor aún al menos el 98,0 % en peso de plata, con respecto al peso de la capa funcional. Preferiblemente, la capa metálica funcional a base de plata comprende menos del 1,0 % en peso de metales distintos de la plata, con respecto al peso de la capa metálica funcional a base de plata.

La capa metálica funcional a base de plata también puede comprender elementos de dopaje elegidos, por ejemplo, de cobre, paladio, oro o platino. Preferiblemente, cada uno de estos elementos dopantes representa menos del 15 %, menos del 10 %, menos del 5 %, menos del 1 %, menos del 0,5 %, en peso de la capa metálica funcional a base de plata. Las proporciones máximas del elemento dopante dependen de la naturaleza del elemento dopante.

Preferiblemente, la capa metálica funcional a base de plata comprende menos del 5 %, preferiblemente menos del 1,0 %, de hecho incluso menos del 0,5 %, en peso de elementos dopantes.

El espesor de la capa funcional a base de plata es, por orden creciente de preferencia, de 5 a 25 nm, de 10 a 20 nm, de 12 a 19 nm, de 14 a 18 nm.

La capa metálica funcional a base de plata puede protegerse mediante una capa descrita como capa de bloqueo. Según esta realización, la pila de capas delgadas comprende adicionalmente al menos una capa de bloqueo ubicada en contacto con y por encima de la capa metálica funcional.

Las capas de bloqueo se eligen entre capas metálicas a base de un metal o de una aleación metálica, capas de nitruro metálico, capas de óxido metálico y capas de oxinitruro metálico de uno o más elementos elegidos entre titanio, níquel, cromo, tántalo y niobio, tales como Ti, TiN, TiO_x, Nb, NbN, Ni, NiN, Cr, CrN, NiCr o NiCrN. Cuando estas capas de bloqueo se depositan en forma de metal, nitruro u oxinitruro, estas capas pueden experimentar una oxidación parcial o completa según su espesor y el tipo de capas que la rodean, por ejemplo, durante la deposición de la siguiente capa o por oxidación en contacto con la capa subyacente.

Las capas de bloqueo se eligen preferiblemente entre capas metálicas, en particular capas de una aleación de níquel y cromo (NiCr) o de titanio.

Cada capa de bloqueo presenta un espesor de entre 0,1 y 2,0 nm. El espesor de estas capas de bloqueo es, por orden creciente de preferencia:

- de al menos 0,1 nm, de al menos 0,2 nm y/o
- de como máximo 2,0 nm, de como máximo 1 nm.

Las capas de bloqueo, aunque depositadas en forma metálica y presentadas como capas metálicas, son en la práctica capas oxidadas ya que su función básica es oxidarse durante la deposición de la pila para proteger la capa funcional. Según la invención, las capas de bloqueo no son capas absorbentes.

La pila de capas delgadas comprende al menos una capa funcional y al menos dos revestimientos que comprenden al menos una capa dieléctrica, de modo que cada capa funcional está posicionada entre dos revestimientos.

La pila está ubicada en al menos una de las caras del sustrato transparente.

ES 2 990 149 T3

“Revestimiento” en el sentido de la presente invención debe entenderse como que dentro del revestimiento puede haber una sola capa o varias capas de diferentes materiales.

5 El espesor de un revestimiento inferior o superior corresponde a la suma de los espesores de las capas que lo constituyen.

Los revestimientos inferior y superior presentan un espesor superior a 15 nm, preferiblemente comprendido entre 15 y 100 nm, 20 y 70 nm y mejor aún entre 30 y 60 nm.

10 Estos revestimientos tienen, por orden de preferencia creciente, un espesor:

- de menos de o igual a 100 nm, de menos de o igual a 80 nm o de menos de o igual a 60 nm, y/o
- de más de o igual a 15 nm, de más de o igual a 20 nm.

15 “Capa dieléctrica” dentro del significado de la presente invención debe entenderse como que significa que, desde el punto de vista de su naturaleza, el material es “no metálico”, es decir, no es un metal. En el contexto de la invención, este término denota un material que presenta una relación n/k en todo el intervalo de longitudes de onda de la región visible (de 380 nm a 780 nm) igual a o mayor que 5.

20 Las capas dieléctricas de los recubrimientos presentan las siguientes características, de forma individual o en combinación:

- se depositan mediante desintegración catódica asistida por campo magnético,
- 25 - se seleccionan entre los óxidos o nitruros de uno o más elementos seleccionados entre titanio, silicio, aluminio, circonio, estaño y cinc,
- tienen un espesor de más de 2 nm, preferiblemente de entre 2 y 100 nm.

30 Las capas dieléctricas pueden ser capas descritas como capas humectantes. Por capa humectante se entiende una capa realizada con un material capaz de estabilizar la interfaz con la capa funcional. Estas capas humectantes se basan generalmente en óxido de zinc.

35 La capa de óxido de zinc puede doparse opcionalmente usando al menos otro elemento, tal como aluminio. El óxido de zinc es cristalino. La capa a base de óxido de zinc comprende, por orden creciente de preferencia, al menos 90,0 %, al menos 92 %, al menos 95 %, al menos 98,0 %, en peso de zinc, con respecto al peso de elementos distintos del oxígeno en la capa a base de óxido de zinc.

40 Preferentemente, el revestimiento inferior comprende una capa dieléctrica a base de óxido de zinc situada directamente en contacto con la capa metálica a base de plata. Esta capa dieléctrica a base de óxido de zinc se puede colocar directamente en contacto con la capa absorbente.

45 Las capas de óxido de zinc tienen, en orden creciente de preferencia, un espesor:

- de al menos 3,0 nm, de al menos 4,0 nm, de al menos 5,0 nm, y/o
- de como máximo 25 nm, de como máximo 10 nm, de como máximo 8,0 nm.

50 Las capas dieléctricas pueden presentar una función de barrera. Se entiende que las capas dieléctricas que tienen una función de barrera (a continuación en la memoria, capa de barrera) significan una capa compuesta por un material que puede formar una barrera a la difusión de oxígeno y agua a alta temperatura, procedente de la atmósfera ambiental o del sustrato transparente, hacia la capa funcional. Tales capas dieléctricas se seleccionan entre las capas:

- 55 - a base de compuestos de silicio y/o aluminio seleccionados entre óxidos, tales como SiO_2 , nitruros, tales como nitruro de silicio Si_3N_4 y nitruros de aluminio AlN , y oxinitruros SiO_xN_y , opcionalmente dopados con al menos otro elemento,
- a base de óxido de zinc y estaño,
- 60 - a base de óxido de titanio.

Preferiblemente, cada recubrimiento comprende al menos una capa dieléctrica que consiste:

- 65 - en un nitruro u oxinitruro de aluminio y/o de silicio, o

- en un óxido de zinc y estaño mixto, o
- en un óxido de titanio.

5 Estas capas dieléctricas tienen, por orden creciente de preferencia, un espesor:

- de menos de o igual a 40 nm, de menos de o igual a 30 nm o de menos de o igual a 25 nm, y/o
- de más de o igual a 5 nm, de más de o igual a 10 nm o de más de o igual a 15 nm.

10

Las capas dieléctricas también se pueden elegir según su índice de refracción.

Según un ejemplo, el revestimiento inferior y/o el revestimiento superior comprenden al menos una capa de índice alto basada en óxido metálico que presenta un índice de refracción superior a 2,20, preferiblemente de entre 2,3 y 2,7, y un espesor superior a 5 nm.

15

Preferiblemente, el revestimiento inferior comprende al menos una capa de índice alto en contacto con el sustrato.

Preferiblemente, el revestimiento inferior comprende al menos una capa de índice alto en contacto con la capa absorbente.

20

Los valores del índice de refracción indicados en el presente documento son los valores medidos de forma habitual a la longitud de onda de 550 nm. Estas capas de índice alto presentan preferentemente un espesor físico de entre 10 y 20 nm. Esta capa de índice alto hace posible maximizar la transmisión de luz alta en la región visible de la pila y tiene un efecto favorable sobre los colores neutros que se obtienen, tanto en la transmisión como en la reflexión.

25

Dichas capas de índice alto basadas en óxido metálico se eligen de entre capas de óxido de titanio u óxido de niobio o capas de una aleación obtenida a partir de titanio y niobio.

30

Según una realización particularmente ventajosa, el revestimiento inferior comprende al menos la secuencia de capas depositadas en el siguiente orden:

- al menos una capa con un índice de refracción alto, hecha de un material con un índice de refracción mayor o igual a 2,20, con un espesor físico de la capa con un índice de refracción alto o la suma de los espesores físicos de las capas con un índice de refracción alto entre 10 y 40 nm,
- al menos una capa absorbente,
- al menos una capa de óxido de zinc.

35

40

Según una realización particularmente ventajosa, el revestimiento superior comprende al menos la secuencia de capas delgadas depositadas en el siguiente orden por encima de la capa funcional:

- al menos una capa de bloqueo,
- al menos una capa a base de óxido de zinc,
- al menos una capa con un índice de refracción alto, hecha de un material con un índice de refracción mayor o igual a 2,20, con un espesor físico de la capa con un índice de refracción alto o la suma de los espesores físicos de las capas con un índice de refracción alto entre 10 y 40 nm,
- al menos una capa dieléctrica que presenta un índice de refracción inferior a 2,20 y un espesor superior a 5 nm situada por encima de la capa de índice alto.

45

50

55

La pila de capas finas puede comprender opcionalmente una capa protectora. La capa protectora superior es preferiblemente la capa final de la pila, es decir, la capa más alejada del sustrato recubierto con la pila (antes del tratamiento térmico). Estas capas tienen generalmente un espesor de entre 0,5 y 10 nm, preferiblemente 1 y 5 nm. Esta capa protectora puede elegirse entre una capa de titanio, de circonio, de hafnio, de silicio, de zinc y/o de estaño, estando este o estos metales en forma de metal, de óxido o de nitruro.

60

Según un ejemplo, la capa protectora se basa en óxido de circonio y/u titanio, preferiblemente a base de óxido de circonio, óxido de titanio o óxido de titanio y circonio.

65

Los sustratos transparentes según la invención están preferiblemente fabricados de un material inorgánico rígido, tales como fabricados de vidrio, o bien son orgánicos, basados en polímeros (o hechos de polímero).

Los sustratos orgánicos transparentes según la invención, que son rígidos o flexibles, también pueden fabricarse a partir de polímero. Los ejemplos de polímeros adecuados según la invención comprenden, en particular:

- 5 – polietileno;
- poliésteres, tales como poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(tereftalato de butileno) (PBT) o poli(naftalato de etileno) (PEN);
- 10 – poliacrilatos, tales como poli(metacrilato de metilo) (PMMA);
- policarbonatos;
- poliuretanos;
- 15 – poliamidas;
- poliimidias;
- 20 – fluoropolímeros, tales como fluoroésteres, por ejemplo, etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), policlorotrifluoroetileno (PCTFE), etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE) o copolímeros fluorados de etileno-propileno (FEP);
- resinas fotorreticulables y/o ftopolimerizables, tales como resinas de tioleno, poliuretano, de uretano-acrilato o de poliéster-acrilato; y
- 25 – politiuretanos.

El sustrato es preferiblemente una lámina de vidrio o vitrocerámica.

- 30 El sustrato es preferiblemente transparente, incoloro (entonces es un vidrio transparente o extratransparente) o de color, por ejemplo azul, gris o bronce. El vidrio es preferiblemente de tipo sosa-cal-sílice, pero también puede ser un vidrio de tipo borosilicato o aluminoborosilicato.

- 35 Según una realización preferida, el sustrato se fabrica a partir de vidrio, en particular, vidrio de sosa-cal-sílice, o de una sustancia orgánica polimérica.

- 40 El sustrato tiene ventajosamente al menos una dimensión mayor que o igual a 1 m, de hecho incluso 2 m e incluso 3 m. El espesor del sustrato generalmente varía entre 0,5 mm y 19 mm, preferiblemente entre 0,7 y 9 mm, en particular entre 2 y 8 mm, de hecho incluso entre 4 y 6 mm. El sustrato puede ser plano o curvo, de hecho incluso puede ser flexible.

- 45 La invención también se refiere a un proceso para la preparación de un material que comprende un sustrato transparente recubierto de una pila de capas delgadas depositadas por pulverización catódica, opcionalmente pulverización catódica asistida por campo magnético, comprendiendo el proceso la secuencia de las siguientes etapas:

- al menos un revestimiento inferior que comprende una capa absorbente situada entre dos capas dieléctricas se deposita sobre el sustrato transparente,
- 50 – se deposita una capa funcional a base de plata, luego
- se deposita un revestimiento superior por encima de la capa funcional.

- 55 La invención se refiere también a un acristalamiento que comprende al menos un material según la invención. El acristalamiento puede tener la forma de un acristalamiento monolítico o de un acristalamiento simple, de un acristalamiento laminado o de un acristalamiento múltiple.

- 60 Un acristalamiento monolítico comprende 2 caras; la cara 1 está en el exterior del edificio y constituye por tanto la pared exterior del acristalamiento y la cara 2 está en el interior del edificio y constituye por tanto la pared interior del acristalamiento.

- 60 Un doble acristalamiento comprende 4 caras; la cara 1 está en el exterior del edificio y constituye por tanto la pared exterior del acristalamiento y la cara 4 está en el interior del edificio y constituye por tanto la pared interior del acristalamiento, estando las caras 2 y 3 en el interior del doble acristalamiento.

- 65 El acristalamiento se elige preferiblemente entre múltiples acristalamientos, en particular un doble acristalamiento o un acristalamiento triple, que comprende al menos un material según la invención y al menos un segundo sustrato, el

material y el segundo sustrato están separados por al menos una cavidad llena de vidrio insertada, produciendo dicho acristalamiento una separación entre un espacio exterior y un espacio interior.

Estos acristalamientos presentan ventajosamente:

- 5 - una reflexión de la luz, en el lado interior y exterior, inferior al 24 %, y/o
- un color neutro en la transmisión con un $b \cdot T$ inferior a 6, y/o
- 10 - un color azul en reflexión con un $b \cdot R_{ext}$ y un $b \cdot R_{int}$ inferiores a -6 y, opcionalmente, un $a \cdot R_{ext}$ y un $a \cdot R_{int}$ inferiores a 5.

Estos acristalamientos se instalan en un edificio o un vehículo.

- 15 La pila está preferiblemente colocada en el acristalamiento, preferiblemente en la cara 2, de manera que la luz incidente originada en el exterior atraviesa el primer revestimiento dieléctrico antes de atravesar la primera capa metálica funcional.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención.

20 **Ejemplos**

I. Preparación de los sustratos: Pilas, condiciones de depósito

- 25 Se depositan pilas de capas finas definidas a continuación sobre sustratos fabricados de vidrio de sosa-cal transparente con un espesor de 4 mm.

En los ejemplos de la invención:

- 30 - las capas funcionales son capas de plata (Ag),
- las capas absorbentes están hechas de aleación de níquel y cromo (NiCr) o de nitruro de titanio (TiN),
- las capas de bloqueo son capas metálicas de una aleación de níquel y cromo (NiCr),
- 35 - las capas dieléctricas están basadas en nitruro de silicio, dopado con aluminio

(Si₃N₄: Al), en óxido de zinc (ZnO), en óxido de zinc y estaño (SnZnO) o en óxido de titanio (TiO₂).

- 40 Las condiciones para la deposición de las capas, que se depositaron por desintegración (desintegración "catódica de tipo magnetrón") se resumen en la tabla 1.

Tabla 1	Diana utilizada	Presión de deposición	Gas
Ag	Ag	3×10^{-3} mbar	100 % de Ar
NiCr	Ni (80 % at); : Cr (20 % at)	$2-3 \times 10^{-3}$ mbar	100 % de Ar
TiN	Ti	$2,4 \times 10^{-3}$ mbar	82 % Ar/(Ar + N ₂)
Ti	Ti	7×10^{-3} mbar	100 % de Ar
TiO ₂	TiO _x	2×10^{-3} mbar	90 % Ar/(Ar + O ₂)
Si ₃ N ₄	Si:Al al 92:8 % en peso	$3,2 \times 10^{-3}$ mbar	55 % de Ar/(Ar + N ₂)
SnZnO	Sn 47,2 Zn 52,8	$4,6 \times 10^{-3}$ mbar	64 % Ar/(Ar + O ₂)
TiO ₂ -TiZrO	TiO _x 75,5-ZrO ₂ 24,3 mol %	$4,8 \times 10^{-3}$ mbar	96 % Ar/(Ar + O ₂)
ZnO	Zn:Al al 98:2 % en peso	$1,8 \times 10^{-3}$ mbar	63 % de Ar/(Ar + O ₂)

55 At. = atómico

II. Parámetros que influyen en la absorción

- 60 Se llevaron a cabo varios experimentos con el fin de:

- demostrar la influencia de la posición de la capa absorbente en la absorción y
- demostrar que la posición elegida permite obtener las propiedades colorimétricas deseadas, es decir, el
- 65 aspecto azulado en la reflexión.

La capacidad de absorber una longitud de onda es proporcional:

- al cuadrado de la intensidad del campo eléctrico generado en un punto de la pila en esta longitud de onda,
- a la dependencia espectral.

II.1. La dependencia espectral

La dependencia espectral depende del material (naturaleza intrínseca) y de la longitud de onda. Desde el punto de vista de este parámetro, los criterios seleccionados para determinar los materiales absorbentes son los siguientes:

- una débil absorción de los eventos correspondientes al azul,
- una fuerte absorción de las demás longitudes de onda y, en particular, de las correspondientes al amarillo.

Los materiales más satisfactorios con respecto a este parámetro son las capas metálicas de níquel y cromo y las capas de nitruro de titanio.

II.2. Determinación de la posición favorecida: Evaluación de la amplitud del campo eléctrico

La dependencia entre la amplitud del campo eléctrico y la posición de la capa absorbente se ilustra en la Figura 1. Esta Figura representa la amplitud del campo eléctrico (E^2 en una unidad arbitraria), a diferentes longitudes, según la distancia desde el sustrato (en nm), para una pila típica, cuya secuencia de capas a partir del sustrato se describe en la abscisa superior.

La pila típica comprende, partiendo del sustrato, la secuencia de las siguientes capas: $TiO_2/ZnO/Ag/ZnO/TiO_2/SnZnO/SiN/a$ (Aire).

Gracias al software apropiado, es posible determinar, para cada longitud de onda, el cuadrado del rendimiento eléctrico según la distancia con respecto al sustrato. Las longitudes de onda elegidas respectivamente ilustran:

- 450 nm: el campo cromático del azul,
- 550 nm: el campo cromático del verde,
- 700 nm: el campo cromático del rojo,
- 900 nm: la radiación IR.

Se encuentra lo siguiente:

- en la abscisa inferior: la distancia con respecto al sustrato (en nm) representa la posición en la pila y 0 nm representa la superficie del sustrato sobre la que se deposita la pila,
- en la abscisa superior, la naturaleza de las capas y sus espesores; por ejemplo, la primera capa de TiO_2 en contacto con el sustrato tiene un espesor de aproximadamente 15 nm y la capa de ZnO debajo de la plata un espesor de aproximadamente 5 nm,
- en la ordenada, la amplitud del cuadrado del campo eléctrico (E^2 en unidad arbitraria).

Sabiendo que la absorción es proporcional a la amplitud del campo eléctrico, se pueden hacer las siguientes observaciones.

El campo eléctrico es mínimo para todas las longitudes de onda en la capa de plata, ya que las pilas están optimizadas para minimizar la absorción en la capa de plata. De este modo se obtiene una alta transmisión de luz LT.

La absorción (todas las longitudes de onda unidas) es menos eficaz si la capa absorbente se coloca cerca de la capa de plata. Esto significa que, si la capa absorbente se coloca cerca de la capa de plata, será necesario un espesor mayor para lograr el nivel de absorción que se obtendría si la capa absorbente se colocara cerca del sustrato.

La absorción en la parte azul del espectro es mínima cerca de la capa de plata. La colocación del absorbedor en esta posición permite evitar que se produzca un cambio de color hacia el amarillo.

Cerca del sustrato, la absorción en la parte azul del espectro (aproximadamente 450 nm) es alta y la absorción en la parte roja del espectro es relativamente menor (aproximadamente 700 nm).

Cerca y por debajo de la capa de plata, la absorción es del mismo orden de magnitud para todas las longitudes de onda de la región visible (450 nm, 550 nm y 700 nm). En consecuencia, al colocar la capa absorbente en esta posición con respecto al sustrato, se absorbe selectivamente más rojo que azul. La selectividad para la absorción del rojo con respecto al azul es mejor. Esto permite evitar un cambio de colores hacia el rojo.

El solicitante demuestra así que, en una pila que comprende una sola capa de plata, la intensidad del campo eléctrico y, por lo tanto, la absorción para las longitudes de onda cortas de la región visible correspondiente al azul es particularmente alta cerca del sustrato y disminuye de manera muy significativa a medida que se acerca a la capa de plata. Estas longitudes de onda cortas son del orden de 400 a 450 nm.

Colocar la capa absorbente cerca del sustrato no permitirá obtener tonalidades azuladas en la reflexión.

Por otro lado, si la capa absorbente se coloca cerca de la capa de plata, la absorción en la parte azul-verde del espectro visible es menor y, en particular, relativamente menor con respecto a la absorción en el rojo.

Colocar la capa absorbente cerca de la capa de plata tal como se reivindica permite obtener, en la reflexión, tonalidades azuladas y colores no amarillos y transmisión.

III. Confirmación de los resultados

III.1. Impacto de la posición en el espesor de la capa absorbente que se va a utilizar

Para confirmar estos resultados, se realizaron simulaciones para determinar, para una pila típica, qué espesores deben añadirse según la posición de la capa absorbente para reducir el factor solar de una pila típica del 48,5 % a aproximadamente el 44 %.

La pila típica comprende, partiendo del sustrato, la secuencia de las siguientes capas: TiO₂ (19,5 nm)/ZnO (5 nm)/Ag (178 nm)/Ti (0,3 nm)/ZnO (5 nm)/TiO₂ (16,5 nm)/SnZnO (10,5 nm)/Si₃N₄ (14 nm)/TiO₂ (1 nm).

La capa absorbente está basada en NiCr.

Posición de la capa absorbente	Espesor de NiCr SF 48,5 % => 44 %
P1: Entre el sustrato y la primera capa de TiO ₂	0,7 nm
P2: Entre las capas de TiO ₂ y ZnO	0,9 nm
P3: Entre las capas de ZnO y Ag	1,1 nm
P4: Entre las capas de Ag y Ti	1,0 nm
P5: Entre las capas TiO ₂ y SnZnO	0,6 nm

Estos resultados confirman que el espesor necesario de la capa absorbente para lograr el mismo nivel de absorción es mayor si la capa absorbente se coloca cerca de la capa de Ag (en comparación con cerca del sustrato).

III.2. Impacto de la posición en la variación de los colores en los ejes amarillo-azul y rojo-verde

La influencia de la posición de la capa absorbente sobre la variación de los colores se ilustra en las Figuras 2 y 3. La Figura 2 ilustra las variaciones en los colores en el eje amarillo-azul y la Figura 3 ilustra las variaciones en los colores en el eje rojo-verde.

Gracias al software apropiado, es posible determinar, según la posición de la capa absorbente en una pila típica descrita anteriormente (II.2), los colores Lab en transmisión o reflexión. El espesor de la capa absorbente se elige de modo que, sea cual sea la posición considerada, el factor solar del material colocado en un doble acristalamiento con la pila en la cara 2 sea de aproximadamente el 44 %.

Estas cifras representan respectivamente:

– Figura 2: las variaciones en los valores de b*T y b*Rext según la posición de la capa absorbente en la pila típica,

– Figura 3: las variaciones en los valores de a*T y a*Rext según la posición de la capa absorbente en la pila típica.

En la Figura 2, se encuentra lo siguiente:

– en la abscisa: las diferentes posiciones P1 a P5 (definidas anteriormente) de la capa absorbente en la pila típica,

- en la coordenada de la izquierda: los valores b^*T ,
- en la coordenada de la derecha: los valores de b^*R_{ext} .

5 En la Figura 3, se encuentra lo siguiente:

- en la abscisa: las diferentes posiciones P1 a P5 (definidas anteriormente) de la capa absorbente en la pila típica,
- en la ordenada: los valores a^* .

10 Las líneas punteadas " $b^*R_{ext} \text{ ref}$ ", " $b^*T \text{ ref}$ ", " $a^*R_{ext} \text{ ref}$ " y " $a^*T \text{ ref}$ " respectivamente representan los valores b^*R_{ext} , b^*T , a^*R_{ext} y a^*T de la pila típica (o de referencia) que no comprende una capa absorbente.

15 Las curvas b^*T , b^*R_{ext} , a^*T y a^*R_{ext} representan respectivamente los valores b^*T , b^*R_{ext} , a^*T y a^*R_{ext} según la posición de la capa absorbente en la pila.

20 Se pueden hacer las siguientes observaciones.

Para los colores en reflexión, sea cual sea la posición de la capa absorbente, su introducción da como resultado un cambio de los colores hacia el amarillo.

25 Esto se debe a que, en la Figura 2, todos los valores de b^*R_{ext} son mayores que el valor de b^*R_{ext} de la pila típica ($b^*R_{ext} \text{ ref}$). Sin embargo, cuando la capa absorbente se coloca en la posición reivindicada (P2), este desplazamiento es menos pronunciado y permite permanecer con valores de b^*R_{ext} inferiores a -6.

30 El cambio hacia el amarillo es mucho mayor cuando la capa absorbente se coloca en contacto directo con el sustrato y es mínimo cuando la capa absorbente se coloca en contacto directo con la capa de plata.

La Figura 3 muestra que el color en reflexión expresado por los valores a^* se ve fuertemente afectado y varía significativamente con la posición de la capa absorbente. Cuando la capa absorbente se coloca en las posiciones P1, P2 o P3, se observa un cambio ventajoso hacia el verde.

35 Colocar la capa absorbente en la posición reivindicada permite obtener claramente un par de valores a^* y b^* en la reflexión exterior que confieren una tonalidad azulada.

Para los colores en transmisión, la introducción de la capa absorbente en la posición reivindicada:

- no produce un cambio significativo en los colores del eje amarillo-azul (Figura 2),
- produce un ligero cambio hacia el verde en los colores del eje rojo-verde (Figura 3).

45 Del par a^*T y b^*T se desprende que en la transmisión se observa una ausencia de cambio hacia el amarillo y un cambio hacia el verde. Colocar la capa absorbente en la posición reivindicada permite obtener claramente un par de valores a^* y b^* en la transmisión que confieren una tonalidad no amarilla, incluso más neutra.

III.3. Impacto de la posición de la capa absorbente sobre la reflexión interior y exterior

50 La influencia de la posición de la capa absorbente sobre la variación en la reflexión de la luz interior y exterior se ilustra en la Figura 4.

En la Figura 4, se encuentra lo siguiente:

- en la abscisa: las diferentes posiciones P1 a P5 (definidas anteriormente) de la capa absorbente en la pila típica,
- en la ordenada: los valores de reflexión de la luz en %.

60 Las líneas punteadas " $R_{ext} \text{ ref}$ " y " $R_{int} \text{ ref}$ ", respectivamente, representan los valores R_{ext} y R_{int} de la pila típica (o de referencia) que no comprende una capa absorbente.

65 Las curvas " R_{ext} " y " R_{int} " representan respectivamente los valores R_{ext} y R_{int} según la posición de la capa absorbente en la pila.

Colocar la capa absorbente en la posición reivindicada permite obtener una reflexión interior y exterior inferior al 22 %.

IV. "Control solar" y cualidades de rendimiento de colorimetría

La Tabla 2 enumera los materiales y los espesores físicos en nanómetros (salvo que se indique lo contrario) de cada capa o revestimiento que forma las pilas según su posición con respecto al sustrato que lleva la pila (línea final en el fondo de la Tabla).

Tabla 2	Comp. 1	Inv. 1	Inv. 2	Inv. 3	Inv. 4
Capa protectora: TiO ₂	1	1	1	1	0,5
Revestimiento					
- Si ₃ N ₄	16,5	15,9	13,1	14,4	12
- SnZnO	-	-	-	-	10
- TiO ₂	20	20	20	20	-
- TiO ₂ -TiZrO	-	-	-	-	17
- ZnO	5	5	5	5	6
Capa de bloqueo					
Ti	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
NiCr	-	-	-	-	-
Capa de Ag funcional	18,6	17,7	17,2	16,9	16,8
Revestimiento					
- ZnO	5	5	5	5	5
- Si ₃ N ₄	-	-	-	5	-
- NiCr	-	1,9	-	1,2	0,5
- TiN	-	-	2,7	-	-
- Si ₃ N ₄	-	-	-	5	-
- TiO ₂	23	18,9	12,5	12,6	17,7
- NiCr	1,2	-	-	-	-
Sustrato de vidrio (mm)	4	4	4	4	4

En la tabla 3 se enumeran las principales características ópticas medidas cuando los materiales forman parte de un doble acristalamiento de estructura: 4-16-4 (Ar - 90 %). La pila se coloca en la cara 2, siendo la cara 1 del acristalamiento la cara más exterior del mismo, como es habitual.

Tabla 3: Estructura de doble acristalamiento 4-16-4 (Ar - 90 %) equipada con la pila en la cara 2						
	Valor diana	Comp. 1	Inv. 1	Inv. 2	Inv. 3	Inv. 4
LT %	≈ 60-70 %	60,3	60,2	67,5	64,8	67,2
LRext%	< 25	14,4	19	19,2	17,1	23,5
LRint%	< 25	-	-	-	-	21,4
SF	< 45	40,1	40	44,1	41,5	44,0
S	> 1,5	1,503	1,505	1,53	1,56	1,53
- a*T	< 0	-4,4	-5,2	-4,4	-4,9	-3,3
- b*T	< 6	4,4	4,2	4,8	5	5,6
- a*Rext	< 3	0,4	0,3	2,4	1,6	0,1
- b*Rext	< -6	-4,2	-7,9	-8,4	-10,3	-5,2
- a*Rint	< 3	-	-	-	-	2,4
- b*Rint	< -6	-	-	-	-	-9,6

SF: factor solar; S: la selectividad; -: no determinado.

El ejemplo comparativo Comp. 1 no permite obtener el aspecto azulado deseado. Esto se debe a que, como se explicó anteriormente, la presencia de la capa absorbente cerca del sustrato absorbe significativamente las longitudes de onda visibles cortas correspondientes al azul.

Los ejemplos según la invención hacen posible:

- conservar las propiedades deseadas en términos de selectividad ($S > 1,5$) y de reflexión exterior e interior ($< 25\%$) y

ES 2 990 149 T3

- obtener el aspecto estético deseado, en particular con colores neutros en la transmisión, pero especialmente con un aspecto azulado en la reflexión exterior e interior, que se expresa mediante valores de b^*R_{ext} notablemente inferiores a -6.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un material que comprende un sustrato transparente recubierto con una pila de capas delgadas que comprende, comenzando desde dicho sustrato:
- un revestimiento inferior que comprende:
 - al menos una capa dieléctrica,
 - al menos una capa absorbente, que absorbe la radiación solar en la parte visible del espectro, con un espesor de entre 0,2 y 9 nm,
 - al menos una capa dieléctrica,
 - una única capa metálica funcional a base de plata,
 - opcionalmente, una capa de bloqueo,
 - un revestimiento superior que comprende al menos una capa dieléctrica,
 - opcionalmente una capa protectora,
- caracterizado porque:
- la capa absorbente está separada del sustrato y de la capa funcional por una o más capas dieléctricas,
 - el espesor de todas las capas dieléctricas interpuestas entre la capa absorbente y la capa metálica funcional está comprendido entre 3 y 18 nm,
- cuando el material se utilice en un doble acristalamiento con una configuración: 4-16 (Ar -90 %)-4, es decir, una configuración que consiste en un material que comprende un sustrato y otro sustrato de vidrio de 4 mm, los dos sustratos están separados por una cavidad insertada llena de gas que comprende un 90 % de argón y un 10 % de aire con un espesor de 16 mm, la pila colocada en la cara 2, siendo la cara 1 la cara más exterior del acristalamiento, presenta una transmisión de luz superior o igual al 50 %.
2. El material según la reivindicación 1, caracterizado por que, cuando el material se monta en un doble acristalamiento con la pila situada en la cara 2, el doble acristalamiento muestra:
- una selectividad superior a 1,45
 - una reflexión de la luz interior y exterior inferior al 25 %,
 - un valor de b^* en reflexión exterior inferior a -5,
 - un valor de b^* en reflexión interior inferior a -5.
3. El material según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el espesor de todas las capas dieléctricas interpuestas entre la capa absorbente y el sustrato es superior a 11 nm.
4. El material según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la capa absorbente se selecciona entre:
- capas metálicas basadas en un metal o en una aleación metálica,
 - capas de nitruro metálico y
 - capas de oxinitruro metálico,
- de uno o más elementos elegidos entre paladio, niobio, tungsteno, acero inoxidable, titanio, cromo, molibdeno, circonio, níquel, tántalo o zinc.
5. El material según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el revestimiento inferior comprende una capa dieléctrica a base de óxido de zinc situada directamente en contacto con la capa metálica a base de plata.
6. El material según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el revestimiento inferior comprende una capa de índice alto basada en óxido metálico que presenta un índice de refracción superior a 2,20 y un espesor superior a 5 nm.
7. El material según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el revestimiento inferior comprende al menos la secuencia de capas depositadas en el siguiente orden:
- al menos una capa con un índice de refracción alto, hecha de un material con un índice de refracción mayor o igual a 2,20, con un espesor físico de la capa con un índice de refracción alto o la suma de los espesores físicos de las capas con un índice de refracción alto entre 10 y 40 nm,
 - al menos una capa absorbente,
 - al menos una capa de óxido de zinc.

8. El material según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el revestimiento superior comprende al menos una capa de índice alto basada en óxido metálico que presenta un índice de refracción superior a 2,20 y un espesor superior a 5 nm.
- 5 9. El material según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el revestimiento superior comprende al menos la secuencia de capas delgadas depositadas en el siguiente orden por encima de la capa funcional:
- 10 –al menos una capa de bloqueo,
 –al menos una capa a base de óxido de zinc,
 –al menos una capa con un índice de refracción alto, hecha de un material con un índice de refracción mayor o igual a 2,20, con un espesor físico de la capa con un índice de refracción alto o la suma de los espesores físicos de las capas con un índice de refracción alto entre 10 y 40 nm,
 –al menos una capa dieléctrica que presenta un índice de refracción inferior a 2,20 y un espesor superior a 5 nm situada por encima de la capa de índice alto.
- 15
10. El material según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las capas de índice alto basadas en óxido metálico se eligen entre capas de óxido de titanio u óxido de niobio o capas de una aleación obtenida a partir de titanio y niobio.
- 20
11. El material según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sustrato se fabrica a partir de vidrio, en particular, vidrio de sosa-cal-silice, o de una sustancia orgánica polimérica.
12. Un acristalamiento múltiple que comprende al menos un material según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y al menos un segundo sustrato, el material y el segundo sustrato están separados por al menos una cavidad llena de gas insertada.
- 25
13. El acristalamiento múltiple según la reivindicación 12, caracterizado porque el acristalamiento es un doble acristalamiento que presenta, con la pila colocada en la cara 2:
- 30 –una selectividad superior a 1,45
 –una reflexión de la luz interior y exterior inferior al 25 %,
 –un valor de b^* en reflexión exterior b^*R_{ext} inferior a -5,
 –un valor de b^* en reflexión interior b^*R_{int} inferior a -5.
- 35
14. El acristalamiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 y 13, caracterizado por que presenta una reflexión de la luz interior y exterior inferior al 24 %.
- 40
15. El acristalamiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado por que muestra:
- 45 –un color neutro en transmisión con un b^*T inferior a 6,
 –un color azul en reflexión con un b^*R_{ext} y un bR_{int} inferiores a -6 y, opcionalmente, un a^*R_{ext} y un a^*R_{int} inferiores a 5.
- 50
- 55
- 60
- 65

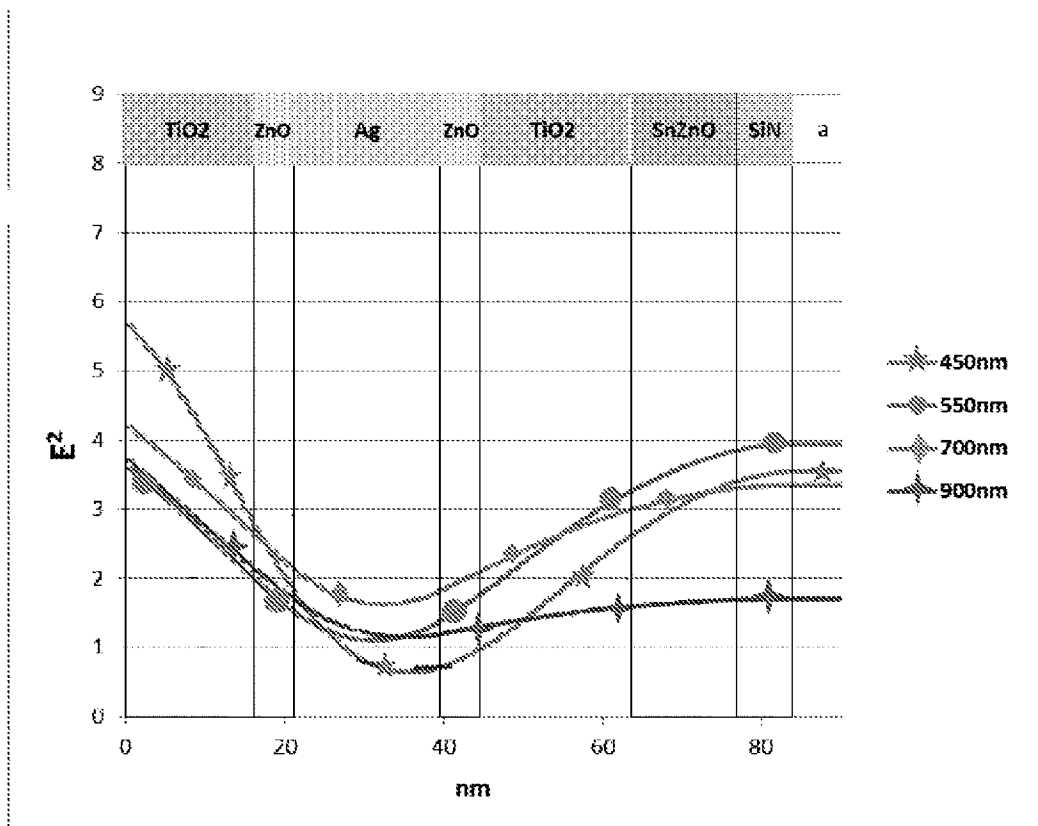


Figura 1

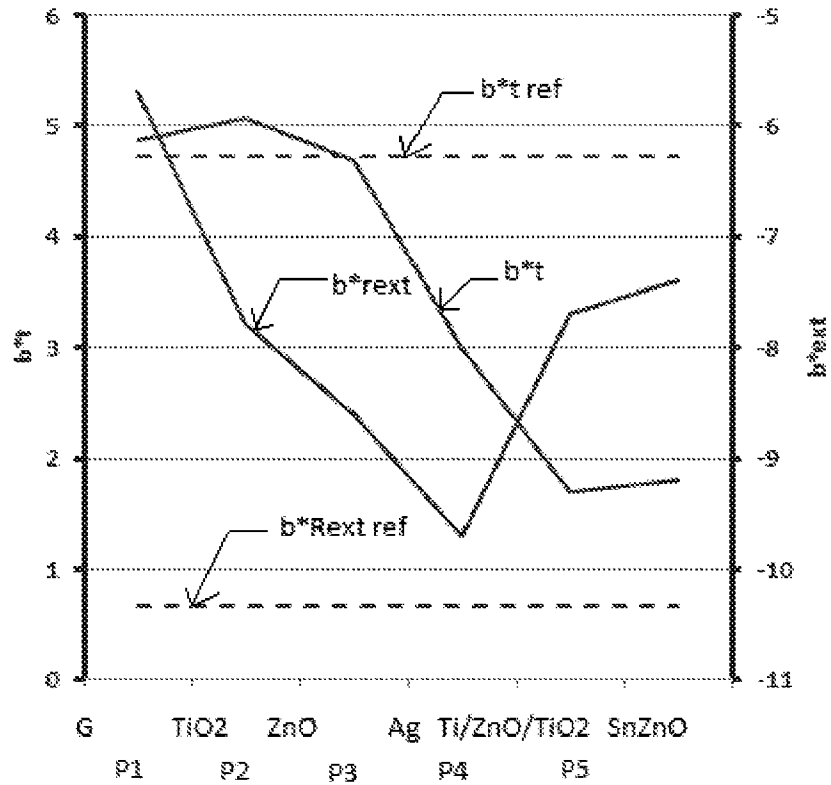


Figura 2

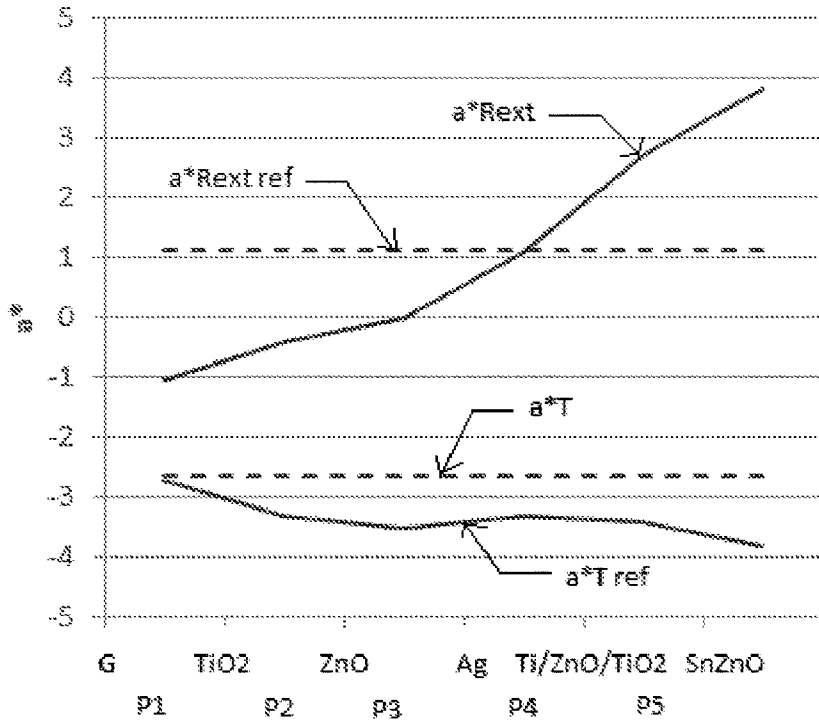


Figura 3

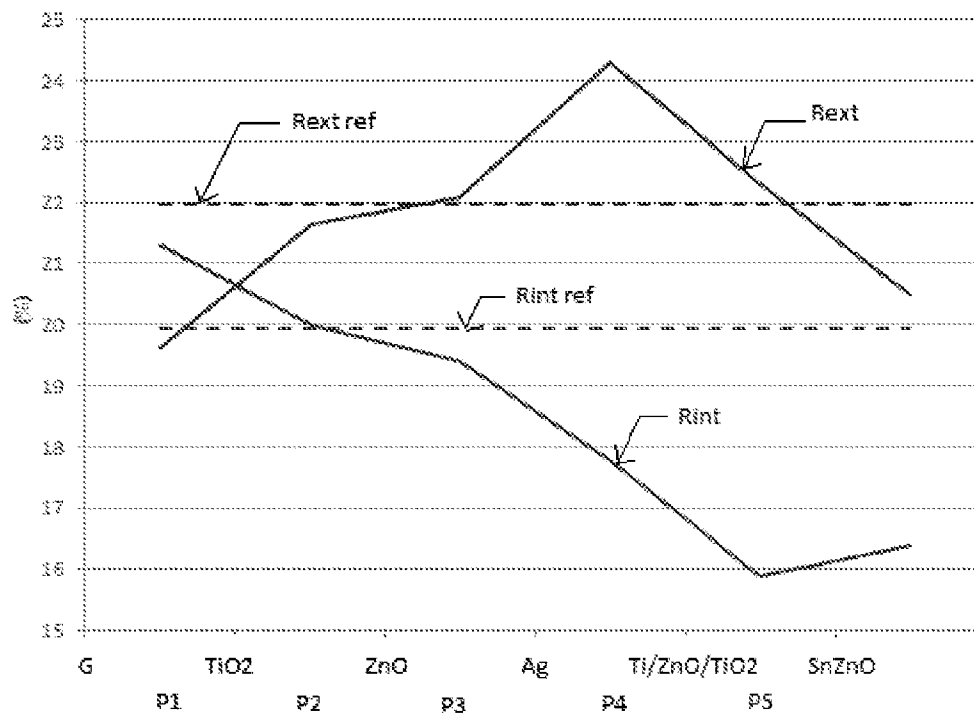


Figura 4