

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 726**

51 Int. Cl.:

**C03C 17/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2014 PCT/FR2014/051013**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014 WO14177798**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2014 E 14726182 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 2991944**

54 Título: **Sustrato provisto de un apilamiento con propiedades térmicas**

30 Prioridad:

**30.04.2013 FR 1353972**

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

**19.08.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GEORGES, BENOÎT;  
LAURENT, STÉPHANE y  
LORENZZI, JEAN-CARLOS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 779 726 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

Sustrato provisto de un apilamiento con propiedades térmicas

5 La invención se refiere a un sustrato transparente revestido por un apilamiento de capas delgadas que comprende varias capas funcionales que pueden actuar sobre la radiación solar y/o la radiación infrarroja de gran longitud de onda. La invención se refiere también a los acristalamientos que comprenden estos sustratos, así como a la utilización de tales sustratos para fabricar acristalamientos para aislamiento térmico y/o de protección solar.

10 Estos acristalamientos se pueden destinar a proporcionar, tanto a edificios como a vehículos, particularmente con el fin de reducir el esfuerzo en climatización y/o impedir un sobrecalentamiento excesivo, acristalamientos denominados "de control solar" y/o reducir la cantidad de energía disipada hacia el exterior, acristalamientos denominados de "baja emisividad" provocado por la importancia cada vez mayor de las superficies acristaladas en los edificios y habitáculos de vehículos.

15 Se conocen acristalamientos que comprenden sustratos transparentes revestidos por un apilamiento de capas delgadas que comprende al menos tres capas funcionales metálicas. Estos apilamientos se obtienen generalmente por una sucesión de depósitos realizados por una técnica que utiliza el vacío, como la pulverización catódica eventualmente asistida por campo magnético.

La utilización de sustrato a base de apilamiento que comprende al menos tres capas metálicas permite optimizar la protección solar de los acristalamientos que las incorporan, lo que se puede traducir en una disminución del factor solar (g) y un aumento de la selectividad (s). Según la invención, se entiende por:

- 20
- factor solar "g", la relación entre la energía total que entra en el local a través del acristalamiento y la energía solar incidente,
  - selectividad "s", la relación entre la transmisión de luz y el factor solar TL/g.

25 En este tipo de apilamiento, cada capa funcional se coloca entre dos revestimientos antirreflectantes que comprenden cada uno en general varias capas antirreflectantes o dieléctricas que son cada una de un material de tipo nitruro, y en particular nitruro de silicio, o de aluminio y/o de tipo óxido. Desde el punto de vista óptico, el objetivo de estos revestimientos que enmarcan la capa funcional es "hacer antirreflectante" esta capa funcional.

30 La elección del uso de apilamiento con tres capas metálicas influye sobre la transmisión luminosa de los sustratos y/o de los acristalamientos que incorporan dichos apilamientos. Dependiendo de los climas de los países donde se van a incorporar estos acristalamientos, los rendimientos en términos de transmisión de luz y de factor solar a obtener pueden variar en una cierta gama. La transmisión de luz debe ser lo suficientemente baja como para suprimir el deslumbramiento y lo suficientemente alta como para que la reducción de la cantidad de luz que penetra en el interior del espacio delimitado por dicho acristalamiento no haga obligatorio el uso de luz artificial. Por ejemplo, los acristalamientos aislantes que tienen una alta selectividad de aproximadamente 2 se utilizan ventajosamente como acristalamientos destinados a estar expuestos a insolaciones intensas.

35 Sin embargo, los sustratos o acristalamientos que comprenden apilamientos de tres capas funcionales metálicas y una transmisión de luz del orden del 50% no son completamente satisfactorios y tienen en particular los siguientes inconvenientes:

- 40
- un aspecto estético poco satisfactorio en particular con colores en reflexión interna, en reflexión externa y en transmisión antiestéticos, y/o
  - altos niveles de reflexión que molestan al observador, en particular cuando el sustrato se utiliza para delimitar dos espacios en los que los niveles de iluminación son diferentes, como una habitación iluminada durante la noche, y/o
  - rendimientos de control solar poco satisfactorios tales como una baja selectividad.

45 Una reflexión externa, pero sobre todo interna, elevada tiene el inconveniente, cuando los sustratos se utilizan como acristalamiento para ventana de edificio, de reenviar reflejos nítidos, a la manera de espejos, reduciendo la visibilidad a través del acristalamiento.

50 Por tanto, debe encontrarse un compromiso entre los rendimientos ópticos y térmicos, la transparencia y el aspecto estético. El documento US2007/0081228 se refiere a revestimientos de película delgada para acristalamientos múltiples y otros sustratos. En particular, se refiere a revestimientos de baja emisividad que reflejan la radiación infrarroja y describe revestimientos que incluyen tres porciones de películas de reflexión IR que pueden comprender plata. Este documento describe también los métodos y equipos para depositar tales revestimientos.

Para los países de climas cálidos donde predomina el gasto de energía en climatización, g debe ser bajo. Por tanto, según la invención, se busca minimizar el factor solar y aumentar la selectividad, mientras se mantiene una transmisión de luz adecuada para permitir un buen aislamiento y una buena visión.

La solicitud de patente EP 0 645 352 divulga por ejemplo un sustrato transparente que comprende un apilamiento de capas delgadas que en particular tiene al menos tres capas de plata separadas por capas de materiales dieléctricos.

5 Los espesores de las capas de plata aumentan en función de la distancia desde el sustrato. Los acristalamientos que comprenden estos sustratos, aunque tienen un aspecto estético agradable, no tienen una selectividad superior a 2. Ahora bien, es extremadamente difícil mantener a la vez una buena selectividad y colores en transmisión y en reflexión estéticamente aceptables, en particular con un aspecto del acristalamiento, visto desde el interior, de color neutro.

10 Por tanto, el objetivo de la invención es superar estos inconvenientes desarrollando un sustrato que comprenda un apilamiento que contenga al menos tres capas con propiedades de reflexión en el infrarrojo, en particular metálicas, y que tenga una alta selectividad, es decir, una relación TL/g lo más alta posible para un valor TL dado, al tiempo que garantice un aspecto, en particular en reflexión externa, en reflexión interna y en transmisión que sea agradable al ojo, esto es que el sustrato se utilice como acristalamiento monolítico, incorporado en un acristalamiento múltiple aislante de tipo doble acristalamiento, o incluso en un acristalamiento estratificado. Estas propiedades se obtienen preferiblemente después de uno (o más) tratamiento(s) térmico(s) a alta temperatura de tipo flexión y/o temple y/o recocido. El aspecto agradable al ojo se traduce por la obtención de colores en reflexión, tanto desde el exterior como desde el interior, más neutros, en los azules verdosos y que además varían poco según el ángulo de observación.

20 La invención tiene por objetivo un sustrato transparente 10 que comprende un apilamiento de capas delgadas según la reivindicación 1. Este contiene sucesivamente a partir del sustrato una alternancia de tres capas metálicas funcionales 40, 80, 120, en particular capas funcionales a base de plata o de aleación metálica que contiene plata, y cuatro revestimientos antirreflectantes 20, 60, 100, 140, conteniendo cada revestimiento antirreflectante al menos una capa dieléctrica, de manera que cada capa metálica funcional 40, 80, 120 se coloque entre dos revestimientos antirreflectantes 20, 60, 100, 140. Los espesores de las capas metálicas funcionales 40, 80, 120 partiendo del sustrato aumentan en función de la distancia desde el sustrato. La segunda capa metálica funcional 80 está directamente en contacto con una capa de bloqueo, llamada segunda capa de bloqueo, seleccionada de una subcapa de bloqueo y una sobrecapa de bloqueo, llamadas respectivamente segunda subcapa de bloqueo y segunda sobrecapa de bloqueo. La segunda subcapa de bloqueo y/o la segunda sobrecapa de bloqueo tiene un espesor superior a 1 nm.

30 La asociación de la distribución creciente de espesores de las capas funcionales metálicas con propiedades de reflexión en el infrarrojo y la concentración de las capas de bloqueo en contacto con la segunda capa funcional permite obtener acristalamientos de muy alta selectividad que tienen en particular una relación TL/g superior a 2, preferiblemente superior a 2,2. Modulando los espesores de las capas funcionales y de las capas de bloqueo, se puede controlar la transparencia del acristalamiento para obtener valores de TL del orden de 50%, gama adecuada muy particularmente para los acristalamientos destinados a utilizarse en regiones de gran insolación. Pero la principal ventaja de la invención es que los rendimientos satisfactorios en términos de protección solar no se producen en detrimento del aspecto visual del sustrato que presenta en particular colores estéticamente aceptables en transmisión, en reflexión externa y en reflexión interna, así como valores de reflexión interna lo suficientemente bajos como para limitar las reflexiones especulares.

40 En efecto, el sustrato revestido por el apilamiento de capas según la invención, utilizado como acristalamiento monolítico o incorporado en un acristalamiento múltiple del tipo de doble acristalamiento, presenta una coloración agradable y suave en reflexión interna, en reflexión externa y en transmisión, en la gama de los azules o azules verdosos (valores de longitud de onda dominante del orden de 470 a 500 nanómetros). Por "color en azul verde" en el sentido de la presente invención, debe entenderse que en el sistema de medida de color  $L^*a^*b^*$ ,  $a^*$  está comprendida entre -12 y -2, preferiblemente entre -10 y -4 y  $b^*$  está comprendida entre -12 y 2, preferiblemente entre -10 y 1.

Además, este aspecto visual permanece casi invariable independientemente del ángulo de incidencia con el que se observa el acristalamiento (incidencia normal y bajo ángulo). Esto significa que un espectador no tiene la impresión de una falta de homogeneidad significativa de matiz o de aspecto.

50 A lo largo de la descripción, se considera que el sustrato según la invención se coloca horizontalmente. El apilamiento de las capas delgadas se deposita sobre el sustrato. El sentido de los términos "encima" y "debajo" e "inferior" y "superior" debe considerarse con relación a esta orientación. En ausencia de una estipulación específica, los términos "encima" y "debajo" no significan necesariamente que dos capas y/o revestimientos estén dispuestos en contacto entre sí. Cuando se especifica que una capa se deposita "en contacto" con otra capa o un revestimiento, eso significa que no puede haber una (o varias) capa(s) intercalada(s) entre estas dos capas (o capa y revestimiento).

55 En el sentido de la presente invención, las calificaciones "primera", "segunda", "tercera" y "cuarta" para las capas funcionales o los revestimientos antirreflectantes se definen partiendo del sustrato portador del apilamiento y refiriéndose a las capas o revestimientos de la misma función. Por ejemplo, la capa funcional más próxima al sustrato es la primera capa funcional, la siguiente alejándose del sustrato es la segunda capa funcional, etc.

## ES 2 779 726 T3

La característica según la cual aumentan los espesores de las capas metálicas funcionales 40, 80, 120 a partir del sustrato, significa que el espesor de la tercera capa metálica funcional 120 es superior al de la segunda capa metálica funcional 80 y que el espesor de la segunda capa metálica funcional es superior al de la primera capa metálica funcional 40. El aumento de espesor entre dos capas funcionales sucesivas es, por orden creciente de preferencia, superior a 2 nm, superior a 3 nm, superior a 4 nm.

A menos que se indique lo contrario, los espesores mencionados en el presente documento son espesores físicos, o reales (y no espesores ópticos).

Según realizaciones ventajosas de la invención, las capas metálicas funcionales satisfacen una o varias de las condiciones siguientes:

- 5                   - las tres capas metálicas funcionales corresponden a la primera, la segunda, y la tercera capa funcional metálica definidas partiendo del sustrato,
- la relación del espesor de una capa funcional metálica al espesor de la precedente es superior o igual a 1,10,
- la relación del espesor de la segunda capa metálica 80 al espesor de la primera capa metálica funcional 40 está comprendida entre 1,50 y 2,20, preferiblemente entre 1,80 y 2,20 incluidos estos valores,
- 15                 - la relación del espesor de la tercera capa metálica 120 al espesor de la segunda capa metálica funcional 80 está comprendida entre 1,10 y 1,60, preferiblemente 1,10 y 1,55 incluidos estos valores,
- el espesor de cada capa funcional está comprendido entre 6 y 26 nm, preferiblemente entre 6 y 24 nm incluidos estos valores,
- 20                 - el espesor de la primera capa metálica funcional 40 es, por orden de preferencia creciente, de 7 a 12 nm, de 8 a 10 nm,
- el espesor de la segunda capa metálica funcional 80 es, por orden de preferencia creciente, de 14 a 18 nm, de 15 a 17 nm,
- el espesor de la tercera capa metálica funcional 120 es, por orden de preferencia creciente, de 18 a 24 nm, de 19 a 23 nm,
- 25                 - el espesor total de las capas metálicas funcionales 40, 80, 120 está comprendido entre 30 y 60 nm incluidos estos valores, preferiblemente entre 40 y 50 nm.

La relación del espesor promedio de las capas metálicas funcionales segunda y tercera al espesor de la primera capa metálica funcional está comprendida entre 1,50 y 2,50 incluidos estos valores. La consideración de estas relaciones contribuye a obtener un color en reflexión externa en el azul-verdoso.

- 30                 Estos intervalos de espesor para las capas metálicas funcionales son los intervalos para los que se obtienen los mejores resultados para una transmisión de luz en doble acristalamiento de aproximadamente 50%, una baja reflexión de luz y un factor solar más bajo que permite obtener una alta selectividad con además un color en reflexión, tanto del exterior como del interior, así como en transmisión neutra, en los azules verdosos.

Según la invención, una capa de bloqueo se puede intercalar entre uno o cada revestimiento antirreflectante y una capa funcional adyacente. Una capa de bloqueo colocada bajo una capa funcional en la dirección del sustrato se llama subcapa de bloqueo "UB". Una capa de bloqueo colocada sobre la capa funcional en dirección opuesta al sustrato se llama sobrecapa de bloqueo "OB". Las capas de bloqueo han tenido tradicionalmente la función de proteger las capas funcionales de una eventual degradación durante el depósito del revestimiento antirreflectante superior y durante un eventual tratamiento térmico a alta temperatura, de tipo recocido, flexión y/o temple.

- 40                 Con respecto a las capas de bloqueo situadas en contacto con una capa funcional, las calificaciones "primera", "segunda" y "tercera" se definen a partir del sustrato portador del apilamiento y haciendo referencia a la calificación "primera", "segunda" y "tercera" de la capa funcional en contacto con la cual se sitúan las capas de bloqueo. Por ejemplo, la segunda capa funcional puede comprender una o dos segundas capas de bloqueo seleccionadas de una segunda subcapa de bloqueo y una segunda sobrecapa de bloqueo.

- 45                 El solicitante ha descubierto sorprendentemente que los resultados ventajosos del sustrato de la invención se obtienen en particular gracias a la asociación de espesores crecientes a partir del sustrato para las capas funcionales y la concentración de espesores de la o de las capas de bloqueo alrededor de la segunda capa funcional.

- 50                 Según la invención, el espesor de la primera capa de bloqueo significa la suma de los espesores de la primera subcapa de bloqueo y de la primera sobrecapa de bloqueo si dos capas de bloqueo están en contacto con la primera capa funcional. Del mismo modo, el espesor de la segunda capa de bloqueo significa la suma de los espesores de la segunda subcapa de bloqueo y de la segunda sobrecapa de bloqueo si dos capas de bloqueo están en contacto con

la segunda capa funcional. Finalmente, el espesor de la tercera capa de bloqueo significa la suma de los espesores de la tercera subcapa de bloqueo y de la tercera sobrecapa de bloqueo si dos capas de bloqueo están en contacto con la tercera capa funcional.

5 El sustrato según la invención comprende al menos una segunda capa de bloqueo situada en contacto con la segunda capa metálica funcional 80 y eventualmente al menos una capa de bloqueo seleccionada de:

- una primera capa de bloqueo situada en contacto con la primera capa metálica funcional 40,
- una tercera capa de bloqueo situada en contacto con la tercera capa metálica funcional 120,

teniendo las capas de bloqueo primera, segunda y/o tercera respectivamente los espesores CB1, CB2, CB3 que satisfacen la ecuación siguiente:  $CB1 + CB3 < 1,10 CB2$  con al menos el espesor CB2 distinto de cero.

10 El sustrato según la invención comprende al menos una capa de bloqueo seleccionada de:

- una primera subcapa de bloqueo UB1 situada debajo y en contacto con la primera capa metálica funcional 40,
  - una primera sobrecapa de bloqueo OB1 situada encima y en contacto con la primera capa metálica funcional 40,
  - una segunda subcapa de bloqueo UB2 situada debajo y en contacto con la segunda capa metálica funcional 80,
  - 15 - una segunda sobrecapa de bloqueo OB2 situada encima y en contacto con la segunda capa metálica funcional 80,
  - una tercera subcapa de bloqueo UB3 situada debajo y en contacto con la tercera capa metálica funcional 120,
  - una tercera sobrecapa de bloqueo OB3 situada encima y en contacto con la tercera capa metálica funcional 120,
- que tienen respectivamente los espesores UB1, OB1, UB2, OB2, UB3, OB3 que satisfacen la ecuación siguiente:

20  $(UB1 + OB1) + (UB3 + OB3) < 1,10 (UB2 + OB2)$  con al menos el espesor UB2 o OB2 distinto de cero.

Según la definición de la invención, los espesores CB1, UB1, OB1, CB3, UB3, OB3, CB2, UB2 y OB2 satisfacen las ecuaciones siguientes:

- CB1 igual a  $UB1 + OB1$ ,
- 25 - CB3 igual a  $UB3 + OB3$  y
- CB2 igual a  $UB2 + OB2$ .

Según realizaciones ventajosas de la invención, la o las capas de bloqueo satisfacen una o varias de las condiciones siguientes:

- cada capa metálica funcional (40, 80, 120) está en contacto con al menos una capa de bloqueo,
- 30 - cada capa metálica funcional 40, 80, 120 está en contacto con una sola capa de bloqueo,
- la o las capas de bloqueo están situadas en contacto y encima de una capa metálica funcional y corresponden a sobrecapas de bloqueo "OB",
- cada capa metálica funcional 40, 80, 120 está en contacto con una sobrecapa de bloqueo denominada en función de la posición con respecto al sustrato primera sobrecapa de bloqueo, segunda sobrecapa de bloqueo y tercera sobrecapa de bloqueo,
- 35 - la o las capas de bloqueo están situadas en contacto y debajo de una capa metálica funcional y corresponden a subcapas de bloqueo "UB".
- cada capa metálica funcional 40, 80, 120 está en contacto con una subcapa de bloqueo denominada, en función de la posición con respecto al sustrato, primera, segunda y tercera subcapa de bloqueo,
- 40 - las sobrecapas de bloqueo primera, segunda y tercera tienen los espesores OB1, OB2 y OB3, respectivamente, que satisfacen la siguiente ecuación:  $OB1 + OB3 < 1,10 OB2$ ,
- las subcapas de bloqueo primera, segunda y tercera tienen los espesores UB1, UB2 y UB3, respectivamente, que satisfacen la siguiente ecuación:  $UB1 + UB3 < 1,10 UB2$ ,

## ES 2 779 726 T3

- la relación del espesor de la segunda capa de bloqueo CB2 al espesor de la primera capa de bloqueo CB1 es superior a 1,10, está preferiblemente comprendida entre 1,10 y 10,00, y mejor aún comprendida entre 1,10 y 2,00, preferiblemente entre 1,40 y 1,70 incluidos estos valores.
  - 5 - la relación del espesor de la segunda capa de bloqueo CB2 al espesor de la tercera capa de bloqueo CB3 es superior a 1,10, está preferiblemente comprendida entre 2,00 y 10, preferiblemente entre 2,90 y 3,20 incluidos estos valores,
  - la relación del espesor de la segunda sobrecapa de bloqueo OB2 al espesor de la primera sobrecapa de bloqueo OB1 es superior a 1,10, está preferiblemente comprendida entre 1,10 y 10, y mejor aún comprendida entre 1,10 y 2,00, preferiblemente entre 1,40 y 1,70 incluidos estos valores,
  - 10 - la relación del espesor de la segunda sobrecapa de bloqueo OB2 al espesor de la tercera sobrecapa de bloqueo OB3 es superior a 1,10, está preferiblemente comprendida entre 2,00 y 10,00, preferiblemente entre 2,90 y 3,20 incluidos estos valores,
  - la relación del espesor de la segunda subcapa de bloqueo UB2 al espesor de la primera subcapa de bloqueo UB1 es superior a 1,10, está preferiblemente comprendida entre 1,10 y 10,00, y mejor aún comprendida entre 1,10 y 2,00, preferiblemente entre 1,40 y 1,70 incluidos estos valores,
  - 15 - la relación del espesor de la segunda subcapa de bloqueo UB2 al espesor de la tercera subcapa de bloqueo UB3 es superior a 1,10, está preferiblemente comprendida entre 2,00 y 10, preferiblemente entre 2,90 y 3,20 incluidos estos valores,
  - el espesor de cada subcapa y sobrecapa de bloqueo es de al menos 0,5 nm, preferiblemente al menos 0,8 nm,
  - 20 - el espesor de la primera capa de bloqueo CB1 es, por orden de preferencia creciente, de 1 a 2,5 nm, de 1,5 a 2 nm,
  - el espesor de la primera sobrecapa de bloqueo OB1 50 es, por orden de preferencia creciente, de 1 a 2,5 nm, de 1,5 a 2 nm,
  - 25 - el espesor de la primera subcapa de bloqueo UB1 es, por orden de preferencia creciente, de 1 a 2,5 nm, de 1,5 a 2 nm,
  - el espesor de la segunda capa de bloqueo CB2 es, por orden de preferencia creciente, de 1,5 a 3,5 nm, de 2 a 3 nm,
  - el espesor de la segunda sobrecapa de bloqueo OB2 90 es, por orden de preferencia creciente, de 1,5 a 3,5 nm, de 2 a 3 nm,
  - 30 - el espesor de la segunda subcapa de bloqueo UB2 es, por orden de preferencia creciente, de 1,5 a 3,5 nm, de 2 a 3 nm,
  - el espesor de la tercera capa de bloqueo CB3 es, por orden de preferencia creciente, de 0,5 a 1,5 nm, de 0,5 a 1 nm,
  - 35 - el espesor de la tercera sobrecapa de bloqueo OB3 130 es, por orden de preferencia creciente, de 0,5 a 1,5 nm, de 0,5 a 1 nm,
  - el espesor de la tercera subcapa de bloqueo UB3 es, por orden de preferencia creciente, de 0,5 a 1,5 nm, de 0,5 a 1 nm,
  - el espesor total de las capas de bloqueo 50, 90, 130 está comprendido entre 3 y 7 nm incluidos estos valores, preferiblemente entre 3,5 y 5 nm, y mejor aún entre 4 y 5 nm.
  - 40 Según realizaciones ventajosas de la invención, las capas de bloqueo se seleccionan de metales y aleaciones metálicas, nitruros y oxinitruros. Por tanto, las capas de bloqueo se seleccionan de capas metálicas a base de un metal o de una aleación metálica, capas de nitruro metálico y capas de oxinitruro metálico, preferiblemente de uno o varios elementos seleccionados de titanio, níquel, cromo y niobio tales como Ti, TiN, Nb, NbN, Ni, NiN, Cr, CrN, NiCr, NiCrN.
  - 45 Aunque estas capas de bloqueo se depositen en forma metálica, de nitruro u oxinitruro, es evidente que estas capas pueden sufrir una oxidación parcial o total según su espesor, por ejemplo, en el momento del depósito de la capa siguiente.
- Según realizaciones ventajosas de la invención, los revestimientos antirreflectantes satisfacen una o varias de las condiciones siguientes:

## ES 2 779 726 T3

- los revestimientos antirreflectantes correspondientes a los revestimientos antirreflectantes primero, segundo y tercero definidos a partir del sustrato tienen un espesor sensiblemente idéntico,
- los revestimientos antirreflectantes, preferiblemente en apilamientos templados, correspondientes a los revestimientos antirreflectantes primero, segundo y tercero definidos a partir del sustrato tienen una relación del espesor de un revestimiento al espesor del precedente que está comprendida entre 0,90 y 1,20 incluidos estos valores,
- el espesor del primer revestimiento antirreflectante 20 es, por orden de preferencia creciente, de 30 a 75 nm, de 40 a 70 nm, de 50 a 60 nm,
- el espesor del segundo revestimiento antirreflectante 60 es, por orden de preferencia creciente, de 40 a 80 nm, de 50 a 70 nm, de 60 a 65 nm,
- el espesor del tercer revestimiento dieléctrico 100 es, por orden de preferencia creciente, de 40 a 80 nm, de 50 a 70 nm, de 60 a 65 nm,
- el espesor del cuarto revestimiento antirreflectante 140 es, por orden de preferencia creciente, de 15 a 40 nm, de 20 a 30 nm,
- los revestimientos antirreflectantes comprenden al menos una capa dieléctrica a base de óxido o de nitruro de uno o varios elementos seleccionados de silicio, aluminio, estaño, zinc,
- al menos un revestimiento antirreflectante comprende al menos una capa dieléctrica con función de barrera,
- cada revestimiento antirreflectante comprende al menos una capa dieléctrica con función de barrera,
- las capas dieléctricas con función de barrera son preferiblemente a base de compuestos de silicio seleccionados de óxidos tales como  $\text{SiO}_2$ , nitruros de silicio  $\text{Si}_3\text{N}_4$  y oxinitruros  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ , eventualmente dopados mediante al menos otro elemento, como el aluminio.
- al menos un revestimiento antirreflectante comprende al menos una capa dieléctrica con función estabilizante,
- cada revestimiento antirreflectante comprende al menos una capa dieléctrica con función estabilizante,
- las capas dieléctricas con función estabilizante son preferiblemente a base de óxido cristalizado, en particular a base de óxido de zinc, eventualmente dopado mediante al menos otro elemento, como el aluminio,
- cada capa funcional está encima de un revestimiento antirreflectante cuya capa superior es una capa dieléctrica con función estabilizante, preferiblemente a base de óxido de zinc, y/o debajo de un revestimiento antirreflectante cuya capa inferior es una capa dieléctrica con función estabilizante.

Los revestimientos antirreflectantes, cada uno situado entre dos capas metálicas funcionales, es decir, los revestimientos antirreflectantes segundo y tercero, tienen espesores ópticos bastante próximos. Cada revestimiento antirreflectante situado entre dos capas metálicas funcionales comprende una o varias capas dieléctricas.

Preferiblemente, cada revestimiento antirreflectante está constituido solamente por una o varias capas dieléctricas. Preferiblemente, no hay por tanto capa absorbente en los revestimientos antirreflectantes para no reducir la transmisión de luz.

Los apilamientos de la invención pueden comprender capas dieléctricas con función de barrera.

Por capas dieléctricas con función de barrera se entiende una capa de un material capaz de formar barrera para la difusión de oxígeno y agua a alta temperatura, proveniente de la atmósfera ambiente o del sustrato transparente, hacia la capa funcional. Por tanto, los materiales que constituyen la capa dieléctrica con función de barrera no deben sufrir modificaciones químicas o estructurales a alta temperatura que provocarían una modificación de sus propiedades ópticas. La o las capas con función de barrera se seleccionan preferiblemente también de un material capaz de formar barrera para el material constitutivo de la capa funcional. Por tanto, las capas dieléctricas con función de barrera permiten que el apilamiento se someta, sin cambio óptico demasiado significativo, a tratamientos térmicos de tipo recocido, temple o flexión.

Las capas dieléctricas con función de barrera son preferiblemente a base de compuestos de silicio seleccionados de óxidos tales como  $\text{SiO}_2$ , nitruros de silicio  $\text{Si}_3\text{N}_4$  y oxinitruros  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ , eventualmente dopados mediante al menos otro elemento, como el aluminio. Las capas dieléctricas con función de barrera pueden ser también a base de nitruros de aluminio  $\text{AlN}$ . La presencia de las capas dieléctricas con función de barrera es particularmente ventajosa para los apilamientos de capas delgadas a flexionar/templar.

Los apilamientos de la invención pueden comprender capas dieléctricas con función estabilizante. En el sentido de la invención, “estabilizante” significa que se selecciona la naturaleza de la capa para estabilizar la interfase entre la capa funcional y esta capa. Esta estabilización conduce a fortalecer la adherencia de la capa funcional a las capas que la rodean, y de hecho se opondrá a la migración de su material constituyente.

- 5 La capa dieléctrica con función estabilizante es preferiblemente a base de óxido seleccionado de óxido de zinc, óxido de estaño, óxido de zirconio o una mezcla de al menos dos de ellos. La o las capas dieléctricas con función estabilizante son preferiblemente capas de óxido de zinc.

- 10 La última capa de cada revestimiento antirreflectante subyacente a una capa funcional (40, 80, 120) es una capa dieléctrica con función estabilizante (28, 68, 108). En efecto, es ventajoso tener una capa con función estabilizante, por ejemplo, a base de óxido de zinc debajo de una capa funcional, porque facilita la adherencia y la cristalización de la capa funcional a base de plata y aumenta su calidad y su estabilidad a alta temperatura.

También es ventajoso tener una capa con función estabilizante, por ejemplo, a base de óxido de zinc encima de una capa funcional, para aumentar la adherencia de la misma y oponerse de manera óptima a la difusión en el lado del apilamiento opuesto al sustrato.

- 15 Por tanto, la o las capas dieléctricas con función estabilizante pueden situarse encima y/o debajo de al menos una capa funcional o de cada capa funcional, ya sea directamente por contacto o separadas por una capa de bloqueo. Preferiblemente, cada capa funcional está encima de un revestimiento cuya capa superior es una capa dieléctrica con función estabilizante, preferiblemente a base de óxido de zinc y/o debajo de un revestimiento cuya capa inferior es una capa dieléctrica con función estabilizante, preferiblemente a base de óxido de zinc.

- 20 Ventajosamente, cada capa dieléctrica con función de barrera está separada de una capa funcional por al menos una capa dieléctrica con función estabilizante.

Cada capa dieléctrica con función estabilizante puede tener un espesor de al menos 5 nm, en particular un espesor comprendido entre 5 y 25 nm y mejor aún de 8 a 15 nm.

- 25 Una realización particularmente ventajosa se refiere a un sustrato que comprende un apilamiento definido partiendo del sustrato transparente que comprende:

- un primer revestimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica con función de barrera y al menos una capa dieléctrica con función estabilizante,
- una primera capa funcional,
- una primera capa de bloqueo,

- 30 - un segundo revestimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica con función estabilizante inferior, una capa dieléctrica con función de barrera y al menos una capa dieléctrica con función estabilizante superior.
- una segunda capa funcional,
  - una segunda capa de bloqueo,

- 35 - un tercer revestimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica con función estabilizante inferior, una capa dieléctrica con función de barrera y al menos una capa dieléctrica con función estabilizante superior,
- una tercera capa funcional,
  - una tercera capa de bloqueo,

- 40 - un cuarto revestimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica con función estabilizante y al menos una capa dieléctrica con función de barrera.

La invención se refiere también a un acristalamiento que comprende un sustrato transparente como se ha definido anteriormente. Dicho acristalamiento puede estar en forma de acristalamiento estratificado, acristalamiento asimétrico o acristalamiento múltiple de tipo de acristalamiento doble.

- 45 Según realizaciones ventajosas, el acristalamiento según la invención tiene una transmisión de luz TL de 45 a 55% y/o una selectividad de al menos 2,1 y preferiblemente de al menos 2,2.

Los sustratos transparentes según la invención son preferiblemente de un material rígido mineral tal como el vidrio o seleccionado de sustratos poliméricos tales como sustratos de poli(tereftalato de etileno) PET, de poli(naftalato de etileno) PEN y de poli(carbonato).

5 El acristalamiento según la invención puede tener una estructura estratificada. En este caso, el sustrato comprende al menos dos sustratos rígidos de tipo vidrio ensamblados por al menos una hoja de polímero termoplástico, con el fin de presentar una estructura de tipo vidrio/apilamiento de capas delgadas/hoja(s)/vidrio. El polímero puede en particular ser a base de poli(vinilbutiral) PVB, etileno acetato de vinilo EVA, poli(tereftalato de etileno) PET, poli(cloruro de vinilo) PVC. El acristalamiento puede tener entonces una estructura de tipo: vidrio/apilamiento de capas delgadas/hoja(s) de polímero/vidrio. En una estructura estratificada, al sustrato portador del apilamiento puede estar en contacto con la hoja de polímero.

10 El acristalamiento puede ser también un acristalamiento múltiple, en particular un doble acristalamiento. En una estructura de doble acristalamiento, el acristalamiento puede estar en la cara 2, cuando se considera que el sentido incidente de la luz solar pasa a través de las caras en orden ascendente de su número. Es preferible en una configuración de acristalamiento múltiple que el apilamiento esté dispuesto de modo que se gire cerca de la lámina de gas intercalar.

15 El acristalamiento puede ser también un triple acristalamiento constituido por tres hojas de vidrio separadas dos a dos por una lámina de gas. En una estructura de triple acristalamiento, el sustrato portador del apilamiento puede estar en la cara 2 y/o en la cara 5, cuando se considera que el sentido incidente de la luz solar pasa a través de las caras en orden ascendente de su número.

La invención se refiere además a la utilización del sustrato según la invención, para:

- realizar un acristalamiento de alta reflexión energética y/o
- realizar un acristalamiento de emisividad muy baja y/o
- 20 - realizar un acristalamiento calefactor con un revestimiento transparente calefactor por efecto Joule,
- realizar un electrodo transparente de un acristalamiento electrocromo o de un dispositivo de iluminación o de un dispositivo de visualización o de un panel fotovoltaico.

El apilamiento según la invención permite obtener un sustrato, templado o no templado, revestido por un apilamiento y que tiene una vez montado en doble acristalamiento:

- 25 - una transmisión de luz de aproximadamente 50%,
- una baja reflexión externa de luz,
- un factor solar bajo y una alta selectividad, en particular superior a 2,2,
- un color en reflexión externa poco pronunciado (con valores de  $a^*$  y  $b^*$  en el sistema Lab entre -12 y 2) que, además, varía poco en función del ángulo de observación,
- 30 - una baja reflexión interna y con colores azul-verdosos.

El acristalamiento se puede flexionar y/o templar al estar constituido por un solo sustrato, el provisto por el apilamiento. Se trata entonces de un acristalamiento llamado "monolítico". En el caso en que estén flexionados, en particular con el fin de constituir acristalamientos para vehículos, el apilamiento de capas delgadas se sitúa preferiblemente sobre una cara al menos parcialmente no plana.

35 El acristalamiento también puede ser un acristalamiento múltiple, en particular doble acristalamiento, pudiendo estar flexionado y/o templado al menos el sustrato portador del apilamiento. Es preferible, en una configuración de acristalamiento múltiple, que el apilamiento esté dispuesto de modo que se gire cerca de la lámina de gas intercalar. En una estructura estratificada, el sustrato portador del apilamiento puede estar en contacto con la hoja de polímero.

40 Los detalles y características ventajosas de la invención aparecen a partir de los ejemplos siguientes no limitantes, ilustrados mediante figuras adjuntas:

- la figura 1 ilustra un ejemplo de estructura de un apilamiento con tres capas metálicas funcionales según la invención,
- la figura 2 ilustra la evolución colorimétrica en función de la variación del espesor de las sobrecapas de bloqueo en transmisión (2.a), en reflexión externa (2.b) y en reflexión interna (2.c),
- 45 - la figura 3 ilustra la evolución colorimétrica en función de la variación del espesor de las subcapas de bloqueo en transmisión (3.a), en reflexión externa (3.b) y en reflexión interna (3.c).

Las proporciones entre los diferentes elementos no se respetan para facilitar la lectura de las figuras.

## ES 2 779 726 T3

La figura 1 ilustra una estructura de apilamiento de tres capas metálicas funcionales 40, 80, 120, estando dispuesta esta estructura sobre un sustrato 10 de vidrio transparente. Cada capa funcional 40, 80, 120 está dispuesta entre dos revestimientos antirreflectantes 20, 60, 100, 140, de tal manera que:

- la primera capa funcional 40 a partir del sustrato está dispuesta entre los revestimientos antirreflectantes 20, 60,
- 5        - la segunda capa funcional 80 está dispuesta entre los revestimientos antirreflectantes 60, 100 y
- la tercera capa funcional 120 está dispuesta entre los revestimientos antirreflectantes 100, 140.

Estos revestimientos antirreflectantes 20, 60, 100, 140 comprenden cada uno al menos una capa antirreflectante dieléctrica 24, 28; 62, 64, 68; 102, 104, 106, 108; 142, 144.

- 10        Cada capa funcional 40, 80, 120 se puede depositar sobre un revestimiento de bloqueo o sub-bloqueo dispuesto entre el revestimiento antirreflectante subyacente a la capa funcional y la capa funcional.

Cada capa funcional 40, 80, 120, 160 se puede depositar directamente bajo un revestimiento de bloqueo o sobre-bloqueo 50, 90, 130 dispuesto entre la capa funcional y el revestimiento antirreflectante subyacente a esta capa.

### Ejemplos

I. Preparación de los sustratos: apilamientos, condiciones de depósito y tratamientos térmicos

- 15        Se depositan apilamientos de capas delgadas definidos a continuación sobre sustratos de vidrio sodo-cálcico transparente con un espesor de 6 mm, distribuidos por la sociedad SAINT-GOBAIN.

Para estos ejemplos, las condiciones de depósito de las capas, que se han depositado por pulverización (pulverización denominada "catódica con magnetrón"), se resumen en la tabla 1.

Tabla 1	Objetivo utilizado	Presión de depósito	Gas	Índice 550 nm
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	Si:Al de 92:8 % en peso	3,2.10 <sup>-3</sup> mbar (3,2.10 <sup>-1</sup> Pa)	Ar/(Ar + N <sub>2</sub> ) al 55%	2,03
ZnO	Zn:Al de 98:2 % en peso	1,8.10 <sup>-3</sup> mbar (1,8.10 <sup>-1</sup> Pa)	Ar/(Ar + O <sub>2</sub> ) al 63%	1,95
SnZnO	Sn (15% at.):Zn (85% at.)	3-5.10 <sup>-3</sup> mbar (3-5.10 <sup>-1</sup> Pa)	Ar/(Ar + O <sub>2</sub> ) al 75%	2,03
NiCr	Ni (80% at.):Cr (20% at.)	2-3.10 <sup>-3</sup> mbar (2-3.10 <sup>-1</sup> Pa)	Ar al 100%	-
Ag	Ag	3.10 <sup>-3</sup> mbar (3.10 <sup>-1</sup> Pa)	Ar al 100%	-

At. = atómico

- 20        La tabla 2 enumera los materiales y los espesores físicos en nanómetros (a menos que se indique de otro modo) de cada capa o revestimiento que constituye los apilamientos en función de sus posiciones con respecto al sustrato portador del apilamiento (última línea en la parte inferior de la tabla). Los números "Ref." corresponden a las referencias de la figura 1.

- 25        Los sustratos C.1, C.2, C.3, C.4 e Inv.AT han sido sometidos a un temple térmico en las condiciones siguientes: tratamiento térmico durante 5 a 10 minutos a una temperatura comprendida entre 600 y 750°C.

El sustrato Inv.BT no ha sido sometido a tratamiento térmico.

Tabla 2	Ref.	C.1	C.2	C.3	C.4	Inv.AT	Inv.BT
Revestimiento antirreflectante AR4	140	26	26	31	28	26	24
- Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	144	20	20	25	22	20	18
- ZnO	142	6	6	6	6	6	6
Capa de bloqueo NiCr OB3	130	0,2	0,6	1	0,9	0,8	0,4
Capa funcional Ag3	120	22,3	19,7	20,3	19,5	20,7	22
Revestimiento antirreflectante AR3	100	62	61	67	75	62	61
- ZnO	108	6	6	6	6	6	6
- SnZnO	106	15	15	15	15	15	15
- Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	104	35	34	40	48	35	34
- ZnO	102	6	6	6	6	6	6
Capa de bloqueo NiCr OB2	90	0,3	0,4	0,4	0,8	2,5	2,8
Capa funcional Ag2	80	17,1	18,1	18,3	17,6	16,3	14,8

## ES 2 779 726 T3

Revestimiento antirreflectante AR2	60	62	61	65	60	63	59
- ZnO	68	6	6	6	6	6	6
- Si3N4	64	50	49	53	48	51	47
- ZnO	62	6	6	6	6	6	6
Capa de bloqueo NiCr OB1	50	0,2	1,2	1,4	2	1,6	0,4
Capa funcional Ag1	40	11,5	10,5	8,5	8	8,5	9,6
Revestimiento antirreflectante AR1	20	30	36	50	52	56	32
- ZnO	28	6	6	6	6	6	6
- Si3N4	24	24	30	44	46	50	26
Sustrato de vidrio (mm)	10	6	6	6	6	6	6

Cada revestimiento antirreflectante 20, 60, 100 subyacente a una capa funcional 40, 80, 120 comprende una última capa estabilizante 28, 68, 108 a base de óxido de zinc cristalizado, y que está en contacto con la capa funcional 40, 80, 120 depositada justo encima.

- 5 Cada revestimiento antirreflectante 20, 60, 100, 140 comprende una capa dieléctrica con función de barrera 24, 64, 104, 144, a base de nitruro de silicio dopado con aluminio llamada en la presente memoria Si3N4 por razones de simplificación aunque la naturaleza real de la capa sea de hecho Si3N4:Al como se ha explicado anteriormente.

Estas capas a base de nitruro de silicio son importantes para obtener el efecto de barrera al oxígeno.

Tabla 3	C.1	C.2	C.3	C.4	Inv.1AT	Inv.1BT
Relación de espesores de capas funcionales						
- Ag2/Ag1	1,49	1,72	2,15	2,20	1,92	1,54
- Ag3/Ag2	1,30	1,09	1,11	1,11	1,27	1,49
- Ag3/Ag1	1,94	1,88	2,39	2,44	2,44	2,29
$\Sigma$ espesores de las capas funcionales (Ag1 + Ag2 + Ag3)	50,90	48,30	47,10	45,10	45,5	46,4
Relación de espesores de revestimientos antirreflectantes						
- Ar2/AR1	2,07	1,69	1,30	1,15	1,13	1,84
- AR3/AR2	1,00	1,00	1,03	1,25	0,93	1,03
- AR4/AR3	0,42	0,43	0,46	0,37	0,42	0,39
Relación de espesores de las capas de bloqueo						
- OB2/OB1	1,50	0,33	0,29	0,40	1,56	7,00
- OB2/OB3	1,50	0,67	0,40	0,89	3,13	7,00
- OB1/OB3	1,00	2,00	1,40	2,22	2,00	1,00
$\Sigma$ espesores OB1 + OB2 + OB3	0,70	2,20	2,80	3,70	4,90	3,60
A = OB1 + OB3	0,40	1,80	2,40	2,90	2,40	0,80
B = 1,10*OB2	0,33	0,44	0,44	0,88	2,75	3,08
A < B	No	No	No	No	Sí	Sí

### 10 II. Rendimientos de "control solar" y colorimetría

La tabla 4 enumera las principales características ópticas medidas para los sustratos integrados en un doble acristalamiento de estructura: vidrio de 6 mm / espacio intercalar de 16 mm lleno de argón al 90% / vidrio de 4 mm, estando el apilamiento situado en la cara 2 (siendo la cara 1 del acristalamiento la cara más externa del acristalamiento, como habitualmente).

### 15 Para estos dobles acristalamientos:

- TL indica: la transmisión de luz en el visible en %, medida según el iluminante D65 y observador de 10°;

## ES 2 779 726 T3

- a\*T y b\*T indican los colores en transmisión a\* y b\* en el sistema LAB medidos según el iluminante D65 y observador de 10°, y medidos perpendicularmente al acristalamiento;

- RLext indica: reflexión de luz en el visible en %, medida según el iluminante D65 y observador de 10° en el lado de la cara más externa, la cara 1;

5 - a\*Rext y b\*Rext indican los colores en reflexión a\* y b\* en el sistema LAB medidos según el iluminante D65 y observador de 10° en el lado de la cara más externa y medidos así perpendicularmente al acristalamiento;

- RLint indica: reflexión de luz en el visible en %, medida según el iluminante D65 y observador de 10° en el lado de la cara más interna, la cara 4;

10 - a\*Rint y b\*Rint indican los colores en reflexión a\* y b\* en el sistema LAB medidos según el iluminante D65 y observador de 10° en el lado de la cara más interna y medidos así perpendicularmente al acristalamiento.

Tabla 4	C.1	C.2	C.3	C.4	Inv.1AT	Inv.1BT
Factores energéticos						
- g	23,00	22,80	22,90	22,60	22,70	22,30
- s	2,18	2,16	2,21	2,20	2,22	2,22
Color en transmisión						
- TL %	50,2	49,2	50,6	49,7	50,5	49,7
- a*T	-4,2	-4,8	-5,6	-5,4	-8,4	-7,2
- b*T	4,1	-0,3	1,9	2,4	0,2	0,6
Color en reflexión						
- RLext %	23,7	19,6	17,8	17,1	17,1	18,1
- a*Rext	-5,1	-4,2	-6,5	-5,8	-6,3	-6,5
- b*Rext	-9,4	-7,4	-8,6	-9,6	-8,9	-8,6
- RLint %	30,5	26,3	23,7	23,2	20,3	20,6
- a*Rint	-10,3	-17,4	-19,7	-17,1	-7,7	-7,1
- b*Rint	-2,5	-1,7	-3,7	-3,6	-7,1	-7,1

Según la invención, es posible realizar un acristalamiento que comprende un apilamiento de tres capas funcionales metálicas que tiene baja reflexión de luz, una selectividad (relación TL/g) muy interesante, del orden de 2,2, así como un excelente compromiso para los colores en reflexión interna y externa y en transmisión en la medida en que todos los valores a\* y b\* estén comprendidos entre -9 y 1.

Las propiedades ventajosas concernientes a la reflexión interna permiten, cuando está oscuro el exterior de un local iluminado y provisto de acristalamientos de la invención, ver estos acristalamientos coloreados de manera agradable y evitar los efectos especulares.

Los acristalamientos según la invención ofrecen, por tanto, una buena protección solar en una gama de transmisiones de luz particularmente adecuada para equipar edificios expuestos a gran insolación.

La asociación de las capas metálicas funcionales crecientes y la utilización de una o varias capas de bloqueo gruesas alrededor de la segunda capa funcional metálica contribuyen a la obtención de estos mejores resultados: baja reflexión de luz y factor solar más bajo, con el fin de poder obtener una alta selectividad en un color en reflexión, tanto del exterior como del interior, neutro, en los azules-verdosos.

III. Influencia de la presencia y del espesor de las capas de bloqueo concentradas alrededor de la segunda capa funcional

Las figuras 2.a, 2.b y 2.c ilustran la tendencia de la evolución colorimétrica en función de la variación del espesor de las sobrecapas de bloqueo respectivamente en transmisión, en reflexión externa y en reflexión interna.

Las figuras 3.a, 3.b y 3.c ilustran la tendencia de la evolución colorimétrica en función de la variación del espesor de las subcapas de bloqueo respectivamente en transmisión, en reflexión externa y en reflexión interna.

Las flechas representan el sentido del aumento creciente de los espesores de las sobrecapas y de las subcapas de bloqueo.

A partir de un sustrato de referencia que comprende tres sobrecapas de bloqueo (OB1, OB2, OB3) situadas respectivamente encima de cada una de las tres capas funcionales, se ha hecho variar:

- el espesor OB1 de la primera sobrecapa de bloqueo situada encima de la primera capa funcional (manteniendo constante los demás espesores del apilamiento incluidos OB2 y OB3),
- 5 - el espesor OB2 de la segunda sobrecapa de bloqueo situada encima de la segunda capa funcional (manteniendo constante los demás espesores del apilamiento incluidos OB1 y OB3),
- el espesor OB3 de la tercera capa de bloqueo situada encima de la tercera capa funcional (manteniendo constante los demás espesores del apilamiento incluidos OB1 y OB2).

10 A partir de un sustrato de referencia que comprende tres subcapas de bloqueo (UB1, UB2, UB3) situadas respectivamente debajo de cada una de las tres capas funcionales, se ha hecho variar:

- el espesor UB1 de la primera subcapa de bloqueo situada encima de la primera capa funcional (manteniendo constante los demás espesores del apilamiento incluidos UB2 y UB3),
- el espesor UB2 de la segunda subcapa de bloqueo situada encima de la segunda capa funcional (manteniendo constante los demás espesores del apilamiento incluidos UB1 y UB3),
- 15 - el espesor UB3 de la tercera subcapa de bloqueo situada encima de la tercera capa funcional (manteniendo constante los demás espesores del apilamiento incluidos UB1 y UB2).

Los ejemplos comparativos C.1 a C.4 tienen valores  $a^*$  en reflexión interna demasiado bajos y en particular inferiores a -10 (ver tabla 4).

20 Ahora bien, el análisis de las curvas colorimétricas y más particularmente de las curvas 2.c y 3.c muestran que solo el aumento en espesor de la segunda capa de bloqueo situada encima o encima de la segunda capa funcional permite aumentar los valores de  $a^*$ .

Por consiguiente, la concentración de las capas de bloqueo en contacto con la segunda capa funcional permite obtener las propiedades de reflexión interna interesantes en términos de colorimetría.

Además, de manera sorprendente se obtiene también una reflexión de luz RI interna más baja.

25 Finalmente, los colores en reflexión interna satisfactorios se obtienen sin perjudicar al color en transmisión y en reflexión externa, lo que no es absolutamente previsible. En efecto, los valores de  $a^*$  y  $b^*$  están todos comprendidos entre -9 y 1.

30 No obstante, las figuras 2.a, 2.b y 3.a, 3.b que ilustran la tendencia de la evolución colorimétrica en función de la variación del espesor de las subcapas y sobrecapa de bloqueo en transmisión y en reflexión externa no dejan en absoluto predecir el excelente compromiso obtenido según la invención en términos de color en transmisión, en reflexión interna y externa, rendimiento de control solar y reflexión de luz.

**REIVINDICACIONES**

1. Sustrato transparente (10) que comprende un apilamiento de capas delgadas que contiene sucesivamente a partir del sustrato una alternancia de tres capas metálicas funcionales (40, 80, 120), en particular capas funcionales a base de plata o de aleación metálica que contiene plata, y cuatro revestimientos antirreflectantes (20, 60, 100, 140), comprendiendo cada revestimiento antirreflectante al menos una capa dieléctrica, de manera que cada capa metálica funcional (40, 80, 120) esté dispuesta entre dos revestimientos antirreflectantes (20, 60, 100, 140), caracterizado por que:
- los espesores de las capas metálicas funcionales (40, 80, 120) a partir del sustrato aumentan en función de su distancia al sustrato,
  - la segunda capa metálica funcional (80) está directamente en contacto con al menos una capa de bloqueo, llamada segunda capa de bloqueo, seleccionada de una subcapa de bloqueo y una sobrecapa de bloqueo, llamadas respectivamente segunda subcapa de bloqueo y segunda sobrecapa de bloqueo,
  - la segunda subcapa de bloqueo y/o la segunda sobrecapa de bloqueo tiene un espesor superior a 1 nm,
  - el apilamiento comprende eventualmente al menos una capa de bloqueo seleccionada de una primera capa de bloqueo situada en contacto con la primera capa metálica funcional (40) y una tercera capa de bloqueo situada en contacto con la tercera capa metálica funcional (120),
  - la primera, segunda y/o tercera capa de bloqueo tienen respectivamente espesores CB1, CB2, CB3 que satisfacen la ecuación siguiente:  $CB1 + CB3 < 1,1 \cdot CB2$  con al menos el espesor CB2 distinto de cero,
  - las capas de bloqueo se seleccionan de capas metálicas a base de un metal o de una aleación metálica, capas de nitruro metálico y capas de oxinitruro metálico, preferiblemente, de uno o varios elementos seleccionados del titanio, níquel, cromo y niobio.
2. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que cada capa metálica funcional (40, 80, 120) está en contacto con al menos una capa de bloqueo.
3. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que cada capa metálica funcional (40, 80, 120) está en contacto con una sobrecapa de bloqueo denominada, en función de la posición con respecto al sustrato, primera, segunda y tercera sobrecapa de bloqueo.
4. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las capas de bloqueo correspondientes a la primera, segunda, y tercera capa de bloqueo definidas a partir del sustrato satisfacen las características siguientes:
- la relación del espesor de la segunda capa de bloqueo CB2 al espesor de la primera capa de bloqueo CB1 es superior a 1,10, preferiblemente comprendida entre 1,10 y 10, y mejor aún comprendida entre 1,10 y 2,00, preferiblemente entre 1,40 y 1,70 incluyendo estos valores,
  - la relación del espesor de la segunda capa de bloqueo CB2 al espesor de la tercera capa de bloqueo CB3 es superior a 1,10, preferiblemente comprendida entre 2,00 y 10, preferiblemente entre 2,90 y 3,20 incluyendo estos valores.
5. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las capas de bloqueo se seleccionan de capas de Ti, TiN, Nb, NbN, Ni, NiN, Cr, CrN, NiCr, NiCrN.
6. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el espesor de la segunda capa de bloqueo CB2 es de 1,5 a 3,5 nm.
7. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el espesor total de las capas de bloqueo está comprendido entre 3 y 7 nm incluyendo estos valores, preferiblemente entre 3,5 y 5 nm, y mejor aún entre 4 y 5 nm.
8. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que las tres capas metálicas funcionales correspondientes a la primera, segunda, y tercera capa funcional metálica definidas a partir del sustrato satisfacen las características siguientes:
- la relación del espesor de la segunda capa metálica (80) al espesor de la primera capa metálica funcional (40) está comprendida entre 1,50 y 2,20, preferiblemente entre 1,80 y 2,20 incluyendo estos valores,
  - la relación del espesor de la tercera capa metálica (120) al espesor de la segunda capa metálica funcional (80) está comprendida entre 1,10 y 1,60, preferiblemente entre 1,10 y 1,55 incluyendo estos valores.

9. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los revestimientos antirreflectantes correspondientes al primero, segundo y tercer revestimiento antirreflectante definidos a partir del sustrato tienen una relación del espesor de un revestimiento al espesor del precedente que está comprendida entre 0,90 y 1,20 incluyendo estos valores.
- 5 10. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los revestimientos antirreflectantes comprenden al menos una capa dieléctrica a base de óxido o de nitruro de uno o varios elementos seleccionados de silicio, aluminio, estaño, zinc.
- 10 11. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que cada uno de los revestimientos antirreflectantes comprende al menos una capa dieléctrica con función de barrera a base de compuestos de silicio seleccionados de óxidos tales como  $\text{SiO}_2$ , nitruros de silicio  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , y oxinitruros  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ , eventualmente dopados mediante al menos otro elemento, como el aluminio.
- 15 12. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que cada uno de los revestimientos antirreflectantes comprende al menos una capa dieléctrica, con función estabilizante, a base de óxido cristalizado, en particular a base de óxido de zinc, eventualmente dopado mediante al menos otro elemento, como el aluminio.
13. Sustrato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende un apilamiento definido a partir del sustrato transparente que comprende:
- un primer revestimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica con función de barrera y al menos una capa dieléctrica con función estabilizante,
  - 20 - una primera capa funcional,
  - una primera capa de bloqueo,
  - un segundo revestimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica con función estabilizante inferior, una capa dieléctrica con función de barrera y al menos una capa dieléctrica con función estabilizante superior,
  - 25 - una segunda capa funcional,
  - una segunda capa de bloqueo,
  - un tercer revestimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica con función estabilizante inferior, una capa dieléctrica con función de barrera y al menos una capa dieléctrica con función estabilizante superior,
  - 30 - una tercera capa funcional,
  - una tercera capa de bloqueo,
  - un cuarto revestimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica con función estabilizante y al menos una capa dieléctrica con función de barrera.
- 35 14. Acristalamiento que comprende un sustrato transparente según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que está en forma de acristalamiento estratificado, acristalamiento asimétrico o acristalamiento múltiple de tipo doble acristalamiento.

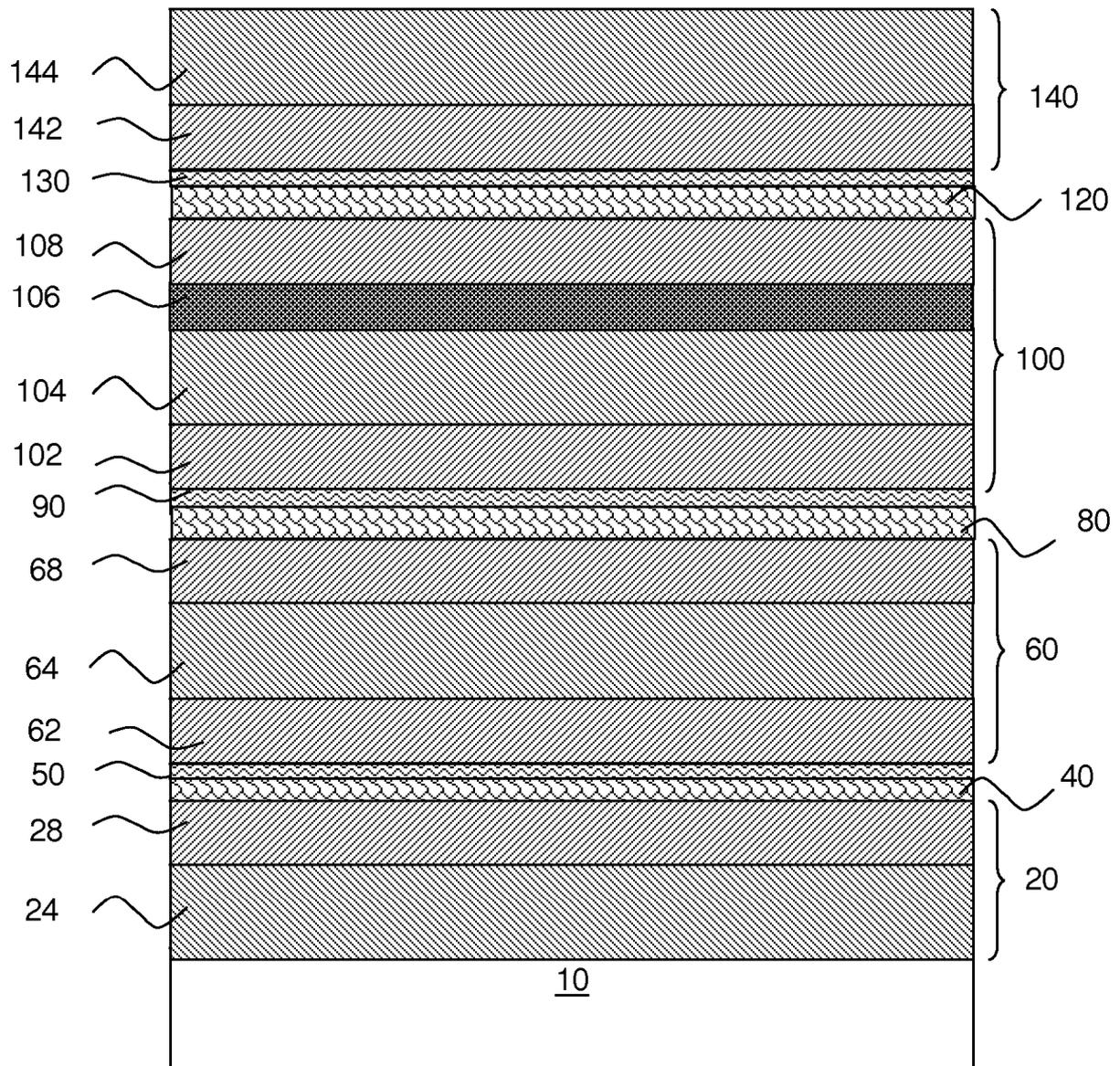
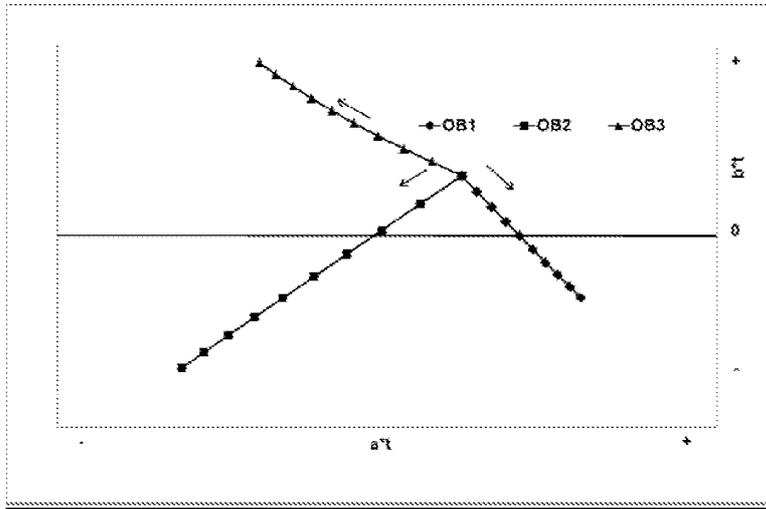
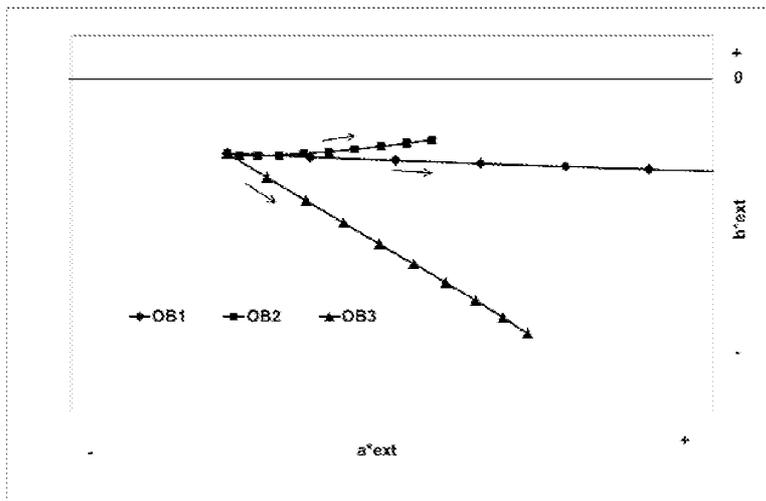


Fig. 1

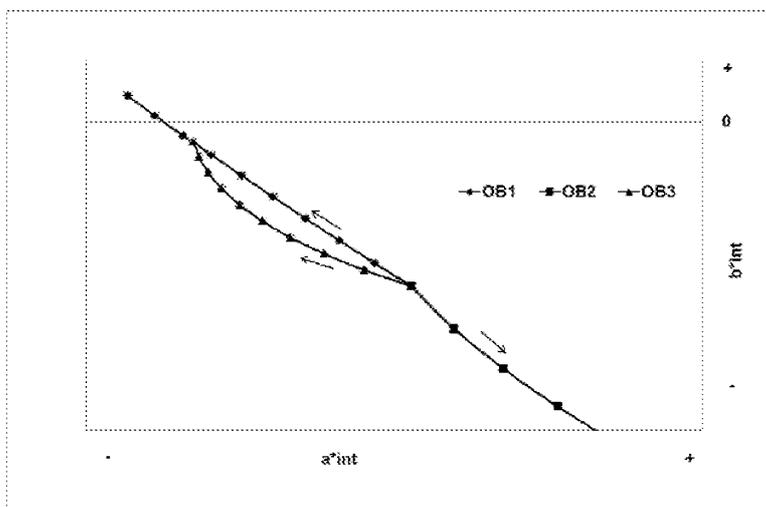
Fig. 2



2.a

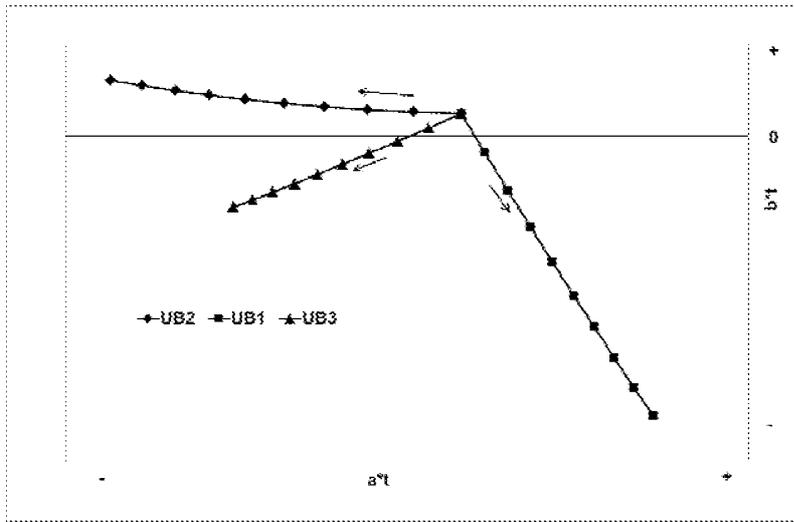


2.b

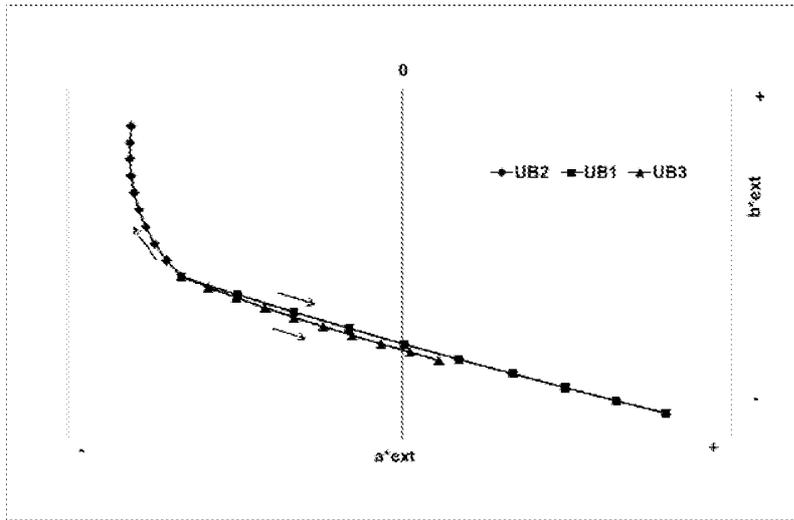


2.c

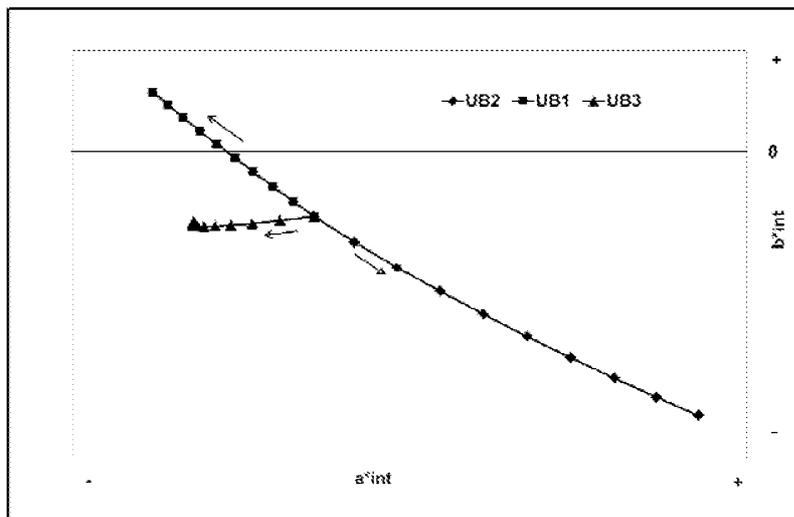
Fig. 3



3.a



3.b



3.c