

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 900**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.03.2010 PCT/FR2010/050391**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.09.2010 WO10103224**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2010 E 10714927 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2406197**

54 Título: **Sustrato provisto de un apilamiento con propiedades térmicas que comprende capas con elevado índice de refracción y su utilización**

30 Prioridad:

09.03.2009 FR 0951458

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

28.09.2018

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
18, avenue d'Alsace
92400 Courbevoie , FR**

72 Inventor/es:

**GERARDIN, HADIA y
REYMOND, VINCENT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 683 900 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 que comprende capas con elevado índice de refracción y su utilización

5 La invención se refiere a un sustrato transparente, principalmente de un material rígido mineral como el vidrio, estando dicho sustrato revestido de un apilamiento de capas delgadas que comprende una capa funcional de tipo metálico que puede actuar sobre la radiación solar y/o la radiación infrarroja de longitud de onda grande.

10 La invención se refiere más particularmente a la utilización de dichos sustratos para fabricar acristalamientos de aislamiento térmico y/o de protección solar. Estos acristalamientos pueden estar destinados a equipar tanto edificios como vehículos, con vistas principalmente a disminuir el esfuerzo de climatización y/o impedir un sobrecalentamiento excesivo (acristalamientos denominados "de control solar") y/o disminuir la cantidad de energía disipada hacia el exterior (acristalamientos denominados "de baja emisión") impulsado por la importancia siempre creciente de las superficies acristaladas en los edificios y los habitáculos de vehículos.

Por otra parte, estos acristalamientos pueden estar integrados en los acristalamientos que presentan funcionalidades particulares, como por ejemplo los acristalamientos calefactores o acristalamientos electrocrómicos.

15 Un tipo de apilamiento de capas conocido por conferir a los sustratos dichas propiedades está constituido por una capa metálica funcional con propiedades de reflexión en el infrarrojo y/o de la radiación solar, principalmente una capa funcional metálica a base de plata o de una aleación metálica que contiene plata.

20 En este tipo de apilamiento, la capa funcional se encuentra así dispuesta entre dos revestimientos antirreflectantes que comprenden cada uno, en general, varias capas que son cada una de un material dieléctrico de tipo nitruro y principalmente nitruro de silicio o de aluminio o de tipo óxido. Desde el punto de vista óptico, el objetivo de estos revestimientos que encuadran la capa funcional metálica es "*anti-reflejar*" esta capa funcional metálica.

25 Sin embargo, a veces se intercala un revestimiento de bloqueo entre uno o cada uno de los revestimientos antirreflectante y la capa metálica funcional, el revestimiento de bloqueo está dispuesto bajo la capa funcional en dirección al sustrato y la protege durante un eventual tratamiento térmico de alta temperatura, del tipo abombamiento y/o templado, y el revestimiento de bloqueo dispuesto sobre la capa funcional al otro lado del sustrato protege esta capa de una eventual degradación durante el depósito del revestimiento antirreflectante superior y durante un eventual tratamiento térmico de alta temperatura, del tipo abombamiento y/o templado.

30 Se sabe, por ejemplo de la solicitud de patente N° EP 678.484, que una capa dieléctrica de elevado índice de refracción, por ejemplo de óxido de niobio o de óxido de titanio, dispuesta entre el sustrato y la capa funcional metálica puede permitir anti-reflejar la capa funcional metálica.

Para mejorar aún las características ópticas, una solución consiste en utilizar una capa dieléctrica de elevado índice de refracción a cada lado de la capa funcional metálica.

35 Sin embargo, estos materiales de elevado índice no pueden ser depositados a velocidades tan elevadas como los materiales con índice menor, lo que presenta por una parte problemas de procedimiento de fabricación cuando el depósito se realiza de forma continua, por otra parte problemas de aumento del coste de producción si hay que disminuir el rendimiento de la máquina de depósito de capas delgadas (en términos del número de sustratos revestidos que son producidos por unidad de tiempo de funcionamiento).

40 Además, los blancos utilizados para depositar estos materiales por pulverización reactiva, por ejemplo por el procedimiento denominado "magnetron", principalmente por pulverización reactiva, son en general más costosos que los blancos que permiten depositar los materiales de índice menor.

Existe así una necesidad de minimizar la cantidad de materiales de índice de refracción elevado cuando un material de este tipo está presente a cada lado de la capa funcional metálica.

Esta solución debe permitir además obtener una coloración aceptable, principalmente en reflexión, en particular que no sea en el rojo.

45 Por otra parte, la técnica anterior conoce por la patente estadounidense N° US 5.837.361 un sustrato provisto de un apilamiento de capas delgadas que comprende una sola capa funcional metálica y que corresponde al preámbulo de la reivindicación 1.

50 Además, la técnica anterior conoce por la solicitud de patente estadounidense N° US 2006/0246301, un sustrato provisto de un apilamiento de capas delgadas que comprende varias capas funcionales metálicas así como una o varias capas de elevado índice.

El objetivo de la invención es llegar a remediar los inconvenientes de la técnica anterior, poniendo a punto un nuevo tipo de apilamiento de capas monocapa funcional, apilamiento que presenta una resistencia por cuadrado pequeña (y, por lo tanto, una emisividad pequeña), una transmisión luminosa elevada y un color relativamente neutro, en

particular en reflexión del lado de las capas (pero también de lado opuesto: "lado del sustrato"), y que estas propiedades se conserven preferentemente en un intervalo restringido aunque el apilamiento sea sometido o no a uno (o varios) tratamiento(s) térmico(s) de alta temperatura del tipo abombamiento y/o templado y/o recocido.

5 Otro objetivo importante es el de proponer un apilamiento monocapa funcional que presente una emisividad pequeña presentando a la vez una reflexión luminosa en el visible pequeña, así como una coloración aceptable, principalmente en reflexión, en particular que no sea en el rojo.

La invención tiene así como objetivo, en su acepción más amplia, un sustrato de vidrio según la reivindicación 1. Este sustrato está provisto sobre una cara principal de un apilamiento de capas delgadas que comprende una capa funcional metálica con propiedades de reflexión en el infrarrojo y/o de la radiación solar, principalmente a base de plata o de una aleación metálica que contiene plata y dos revestimientos antirreflectantes, comprendiendo cada uno de dichos revestimientos al menos dos capas dieléctricas, estando dispuesta dicha capa funcional entre los dos revestimientos antirreflectantes, estando por una parte la capa funcional eventualmente depositada directamente sobre un revestimiento de sub-bloqueo dispuesto entre el revestimiento antirreflectante subyacente y la capa funcional y estando por otra parte la capa funcional eventualmente depositada directamente bajo un revestimiento de sobre-bloqueo dispuesto entre la capa funcional y el revestimiento antirreflectante suprayacente. Según la invención:

- cada revestimiento antirreflectante comprende al menos una capa dieléctrica de elevado índice de refracción que está situada en contacto o en la proximidad de la capa funcional,
- el espesor óptico total de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante subyacente representa entre 30 y 75% del espesor óptico total de este revestimiento antirreflectante subyacente, y
- el espesor óptico total de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante suprayacente representa entre 10 y 60% del espesor óptico total de este revestimiento antirreflectante suprayacente.

Por "revestimiento" en el sentido de la presente invención, es necesario comprender que puede haber en él una única capa o varias capas de materiales diferentes en el interior del revestimiento.

Por "capa dieléctrica de elevado índice de refracción" se entiende en el sentido de la invención una capa cuyo material constitutivo presenta un índice de refracción medido a la longitud de onda de 550 nm que es igual o superior a 2,2, incluso que es igual o superior a 2,3. Este índice, medido a esta longitud de onda, es en general bien conocido en la bibliografía para los materiales usuales en el campo de los apilamientos de capas delgadas.

Por "en contacto" se entiende, en el sentido de la invención, que ninguna capa se interpone entre la capa de elevado índice de refracción y la capa funcional metálica. Por lo tanto, en este caso no hay revestimiento de bloqueo.

Por "en la proximidad" se entiende, en el sentido de la invención, que al menos hay una capa interpuesta entre la capa de elevado índice de refracción y la capa funcional metálica, sin que el espesor físico de la (o de todas las) capa(s) interpuesta(s) entre la capa de elevado índice de refracción y la capa funcional metálica exceda de 10 nm.

Por "espesor óptico" se entiende, en el sentido de la invención, como habitualmente, el producto del espesor físico (o real) de la capa con su índice de refracción medido, como habitualmente, a 550 nm.

Por "espesor óptico total" se entiende, en el sentido de la invención, la suma de todos los espesores ópticos de las capas consideradas, siendo cada espesor óptico, como se ha explicado anteriormente, el producto del espesor físico (o real) de la capa con su índice de refracción medido, como habitualmente, a 550 nm.

Así, el espesor óptico total del revestimiento antirreflectante subyacente está constituido por la suma de todos los espesores ópticos de las capas dieléctricas de este revestimiento que están dispuestas entre el sustrato y la capa metálica funcional o entre el sustrato y el revestimiento de sub-bloqueo si está presente.

45 Igualmente, el espesor óptico total del revestimiento antirreflectante suprayacente está constituido por la suma de todos los espesores ópticos de las capas dieléctricas de este revestimiento que están dispuestas por encima de la capa metálica funcional, al otro lado del sustrato, o por encima del revestimiento de sobre-bloqueo si está presente.

De hecho, según la invención, en el interior del revestimiento antirreflectante subyacente o suprayacente, el espesor óptico de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción si es la única capa dieléctrica de elevado índice de refracción o la suma de los espesores ópticos de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción si hay presentes varias capas dieléctricas de elevado índice de refracción:

- para el revestimiento antirreflectante subyacente: está comprendido entre 30 y 75%, incluyendo estos valores, incluso entre 35 y 55% incluyendo estos valores, del espesor óptico total de este revestimiento antirreflectante subyacente, y

- para el revestimiento antirreflectante suprayacente: está comprendido entre 10 y 60%, incluyendo estos valores, incluso entre 15 y 35% incluyendo estos valores, del espesor óptico total de este revestimiento antirreflectante suprayacente.

5 Por lo tanto es esencial según la invención que el material de elevado índice de refracción esté dispuesto en contacto o en la proximidad de la capa funcional metálica, a cada lado de esta capa, y que este material de elevado índice de refracción esté en cantidad suficiente (de ahí el valor de inicio del intervalo de porcentaje) sin por ello estar en cantidad demasiado grande (de ahí el valor final del intervalo de porcentaje).

10 Sin embargo, se encuentra que se ha observado un cierto desequilibrio por una parte entre los espesores mínimos de material de elevado índice de refracción en el revestimiento antirreflectante suprayacente y en el revestimiento antirreflectante subyacente (respectivamente 10% y 30%, incluso respectivamente 15% y 35%) y por otra parte entre los espesores máximos de material de elevado índice de refracción en el revestimiento antirreflectante suprayacente y en el revestimiento antirreflectante subyacente (respectivamente 60% y 75%, incluso respectivamente 35% y 55%).

15 Debido a este reparto según la invención del material de elevado índice de refracción, es por lo tanto posible limitar el espesor de las capas de elevado índice de refracción. Estas capas pueden presentar un espesor físico de al menos 5 nm, incluso al menos 8 nm en el revestimiento subyacente y pueden presentar un espesor físico de como máximo 25 nm, incluso de como máximo 20 nm, incluso de como máximo 16 nm, incluso de como máximo 14 nm, pudiendo todos estos valores mínimos ser combinados con estos valores máximos.

20 En particular, por una parte el espesor óptico total de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante subyacente puede de este modo estar comprendido entre 15 y 65 nm, incluyendo estos valores, incluso comprendido entre 18 y 50 nm, incluyendo estos valores, y por otra parte el espesor óptico total de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante suprayacente puede de este modo estar comprendido entre 8 y 60 nm, incluyendo estos valores, incluso comprendido entre 12 y 35 nm, incluyendo estos valores, pudiendo combinarse estos intervalos para los revestimientos antirreflectantes subyacentes con estos intervalos para los revestimientos antirreflectantes suprayacentes.

25 Por otra parte, se encuentra de forma sorprendente que el material de elevado índice de refracción de las capas dieléctricas de elevado índice de refracción está mayoritariamente de forma preferente en el revestimiento dieléctrico subyacente a la capa funcional metálica, de forma que la relación entre el espesor óptico total de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante subyacente y el espesor óptico total de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento anti-reflejante suprayacente está comprendida entre 1,1 y 5, incluyendo estos valores, incluso entre 1,2 y 4, incluyendo estos valores, incluso aún entre 1,3 y 3,8, incluyendo estos valores. Esta relación, definida en la parte siguiente de la presente memoria como R, puede ser en particular igual a 1,4 ó 1,5.

El material constitutivo de cada capa dieléctrica de elevado índice de refracción se elige preferentemente entre: el óxido de titanio, el óxido de niobio, el nitruro de silicio dopado con zirconio y eventualmente dopado además con Al.

40 El óxido de titanio, TiO_2 , en capas delgadas depositado por pulverización reactiva por magnetrón en frío presenta un índice comprendido entre 2,35 y 2,5 a 550 nm según la cristalinidad de la capa (que depende de las condiciones de depósito, como por ejemplo depósito en frío o en caliente), -véase para los ejemplos de índices el documento titulado "Spectroellipsometric characterization of materials for multilayer coatings", aparecido en la revista *Applied Surface Science*, 175-276 (2001), páginas 276-280.

45 El óxido de niobio, Nb_2O_5 , en capas delgadas puede presentar un índice de refracción entre 2,25 y 2,40 a 550 nm según el documento titulado "Characterization of sputtered and annealed niobium oxide films using spectroscopic ellipsometry, Rutherford backscattering spectrometry and X-ray diffraction", aparecido en la revista *Thin Solid Film*, 516 (2008), páginas 8.096-8.100.

También es posible referirse a la solicitud de patente N° EP 1.656.328 A2 que expone la realización de una capa de $Si_3N_4:Zr$ para un revestimiento antirreflectante y da en la página 12 el índice del $Si_3N_4:Zr$ en función de la tasa de Zr (y los índices del TiO_2 y Nb_2O_5 en la página 3).

50 Las capas de elevado índice según la invención pueden no ser estrictamente estequiométricas y ser sub- o superestequiométricas en oxígeno para los óxidos y/o sub- o superestequiométricas en nitrógeno para los nitruros.

55 Además, para obtener un compromiso aceptable entre una transmisión luminosa elevada, colores neutros en reflexión y una selectividad (relación entre la transmisión luminosa T_L en el visible del acristalamiento y el factor solar FS del acristalamiento y es tal que: $S = T_{Lvis}/FS$) relativamente elevada, la relación E entre el espesor óptico en nm del revestimiento antirreflectante subyacente y el espesor óptico en nm del revestimiento antirreflectante suprayacente es, preferentemente, tal que: $0,4 \leq E \leq 0,9$, incluso $0,5 \leq E \leq 0,8$. En una variante particular, dichos revestimientos

antirreflectante subyacente y antirreflectante suprayacente comprenden cada uno al menos una capa dieléctrica a base de nitruro de silicio, eventualmente dopado por medio de al menos otro elemento como el aluminio.

5 En una variante particular, la última capa del revestimiento antirreflectante subyacente, la más alejada del sustrato, es una capa de mojadura a base de óxido, principalmente a base de óxido de zinc, eventualmente dopada por medio de al menos otro elemento, como el aluminio.

En una variante muy particular, el revestimiento antirreflectante subyacente comprende al menos una capa dieléctrica a base de nitruro, principalmente de nitruro de silicio y/o de nitruro de aluminio y al menos una capa de alisado no cristalizada en un óxido mixto, estando dicha capa de alisado en contacto con una capa de mojadura suprayacente cristalizada.

10 Preferentemente, el revestimiento de sub-bloqueo y/o el revestimiento de sobre-bloqueo comprenden una capa fina a base de níquel o de titanio que presenta un espesor físico e tal que $0,2 \text{ nm} \leq e \leq 1,8 \text{ nm}$.

En una versión particular, al menos una capa fina a base de níquel, y principalmente la del revestimiento de sobre-bloqueo, comprende cromo, preferentemente en cantidades de 80% en masa de Ni y 20% en masa de Cr.

15 En otra versión particular, al menos una capa fina a base de níquel, y preferentemente la del revestimiento de sobre-bloqueo, comprende titanio, preferentemente en cantidades de 50% en masa de Ni y 50% en masa de Ti.

20 Por otra parte, el revestimiento de sub-bloqueo y/o el revestimiento de sobre-bloqueo pueden comprender al menos una capa fina a base de níquel presente en forma metálica si el sustrato provisto del apilamiento de capas delgadas no ha sido sometido a tratamiento térmico de abombamiento y/o templado después del depósito del apilamiento, estando esta capa al menos parcialmente oxidada si el sustrato provisto del apilamiento de capas delgadas ha sido sometido al menos a un tratamiento térmico de abombamiento y/o templado después del depósito del apilamiento.

La capa fina a base de níquel del revestimiento de sub-bloqueo y/o la capa fina a base de níquel del revestimiento de sobre-bloqueo, cuando está presente, está preferentemente en contacto directamente con la capa funcional.

25 La última capa del revestimiento antirreflectante suprayacente, la más alejada del sustrato, es preferentemente a base de óxido, depositada preferentemente subestequiométrica y es principalmente a base de óxido de titanio (TiO_x) o a base de óxido mixto de zinc y de estaño (SnZnO_x), eventualmente dopado con otro elemento a razón de 10% en masa como máximo.

El apilamiento puede comprender así una última capa ("overcoat" en inglés), es decir una capa de protección.

Esta capa de protección presenta preferentemente un espesor físico comprendido entre 0,5 y 10 nm.

30 El acristalamiento según la invención incorpora al menos el sustrato portador del apilamiento según la invención, eventualmente asociado con al menos otro sustrato. Cada sustrato puede ser claro o coloreado. Uno de los sustratos al menos puede principalmente ser de vidrio coloreado en la masa. La elección del tipo de coloración va a depender del nivel de transmisión luminosa y/o del aspecto colorimétrico buscados para el acristalamiento una vez acabada su fabricación.

35 El acristalamiento según la invención puede presentar una estructura laminada, asociando principalmente al menos dos sustratos rígidos de tipo vidrio 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 ser principalmente a base de polivinilbutiral PVB, vinilacetato de etileno EVA, tereftalato de polietileno PET o policloruro de vinilo PVC.

El acristalamiento puede presentar, por otra parte, una estructura de tipo vidrio/apilamiento de capas delgadas/hoja(s) de polímero.

40 Los acristalamientos según la invención son aptos para someterse a un tratamiento térmico sin daño para el apilamiento de capas delgadas. Por lo tanto, son eventualmente abombados y/o templados.

45 El acristalamiento puede ser abombado y/o templado estando constituido por un solo sustrato, provisto éste del apilamiento. Se trata entonces de un acristalamiento denominado "monolítico". En el caso en el que son abombados, principalmente con vistas a constituir acristalamientos para vehículos, el apilamiento de capas delgadas se encuentra preferentemente sobre una cara al menos parcialmente no plana.

El acristalamiento puede también ser un acristalamiento múltiple, principalmente un acristalamiento doble, pudiendo ser abombado y/o templado al menos el sustrato portador del apilamiento. En una configuración de acristalamiento múltiple es preferible que el apilamiento esté dispuesto de forma que esté girado del lado de la lámina de gas intercalar. En una estructura laminada, el apilamiento puede estar en contacto con la hoja de polímero.

50 El acristalamiento puede ser también un acristalamiento triple constituido por tres hojas de vidrio separadas de dos en dos por una lámina de gas. En una estructura de acristalamiento triple, el sustrato portador del apilamiento puede estar

en cara 2 y/o en cara 5, cuando se considera que el sentido incidente de la luz solar atraviesa las caras en el orden creciente de su número.

5 Cuando el acristalamiento es monolítico o múltiple del tipo acristalamiento doble, acristalamiento triple o acristalamiento laminado, al menos el sustrato portador del apilamiento puede ser de vidrio abombado o templado, pudiendo este sustrato ser abombado o templado antes o después del depósito del apilamiento.

Cuando el acristalamiento se monta como acristalamiento doble, presenta preferentemente una selectividad $S \geq 1,3$, incluso $S \geq 1,4$ o $S \geq 1,5$, incluso $S > 1,5$.

La invención se refiere además a la utilización del sustrato según la invención para realizar un acristalamiento doble que presenta una selectividad $S \geq 1,3$, incluso $S > 1,4$ o $S \geq 1,5$, incluso $S > 1,5$.

10 El sustrato según la invención puede utilizarse en particular para realizar un electrodo transparente de un acristalamiento calefactor o de un acristalamiento electrocrómico o de un dispositivo de iluminación o de un dispositivo de visualización o de una célula fotovoltaica.

15 Ventajosamente, la presente invención permite así realizar un apilamiento de capas delgadas monocapa funcional que presenta en una configuración de acristalamiento múltiple, y principalmente de acristalamiento doble, una selectividad elevada ($S \geq 1,35$), una emisividad pequeña ($\epsilon_N \leq 3\%$) y una estética favorable ($T_{Lvis} \geq 70\%$, $R_{Lvis} \leq 25\%$ y colores neutros en reflexión).

El apilamiento monocapa funcional según la invención es menos caro de producir que un apilamiento de dos capas funcionales que presente características similares.

20 Los detalles y características ventajosas de la invención se deducen de los ejemplos no limitativos siguientes, ilustrados por medio de la figura 1 adjunta que muestra un apilamiento 12 monocapa funcional según la invención depositado sobre un sustrato 10, estando la capa funcional provista de un revestimiento de sub-bloqueo y de un revestimiento de sobre-bloqueo y estando el apilamiento provisto además de un revestimiento de protección opcional, y por medio de la figura 2 que ilustra la realización de un acristalamiento doble 1 (DGU) constituido por dos hojas de vidrio, realizando cada una un sustrato 10, 30, y separadas por una lámina de gas intermedia 15.

25 Una de las hojas de vidrio, la hoja más al interior del edificio cuando se considera el sentido incidente de la luz solar que entra en el edificio ilustrado por la doble flecha orientada en la figura desde la izquierda hacia la derecha, constituye el sustrato 10 que está revestido en su cara interior 9 girada hacia la lámina de gas intermedia de un revestimiento aislante constituido por un apilamiento 12 monocapa funcional descrito a continuación (el apilamiento monocapa funcional está así en la cara interior denominada "cara 3" del acristalamiento doble); la cara exterior 11 del sustrato 10 no está revestida de ningún apilamiento de capas delgadas.

30 La otra hoja de vidrio, el sustrato 30, no está revestida en su cara interior 31 girada hacia la lámina de gas intermedia de un revestimiento aislante: la hoja más al exterior del edificio cuando se considera el sentido incidente de la luz solar; su cara exterior 29 (denominada "cara 1") puede estar revestida por ejemplo de un revestimiento autolimpiante.

35 En estas figuras, las proporciones entre los espesores de las diferentes capas no se respetan rigurosamente con el fin de facilitar su lectura.

Por otra parte, en todos los ejemplos siguientes el apilamiento 12 de capas delgadas está depositado sobre un sustrato 10 de vidrio sodo-cálcico claro de un espesor de 4 mm (Planilux de Saint-Gobain).

40 Además, para estos ejemplos, en todos los casos en los que se ha aplicado un tratamiento térmico a un sustrato, se trataba de un recocido durante aproximadamente 8 minutos, a una temperatura de aproximadamente 620°C seguido por un enfriamiento al aire ambiente (aproximadamente 20°C), con el fin de simular un tratamiento térmico de abombamiento o de templado.

45 Para todos los ejemplos siguientes, para el montaje en acristalamiento doble, el apilamiento de capas delgadas ha sido situado en cara 3, es decir sobre la hoja más al exterior del edificio cuando se considera el sentido incidente de la luz solar que entra en el edificio; presentando en su cara girada hacia la lámina de gas, como se muestra en la figura 2, la configuración: 4-16 (Ar 90%)-4, es decir constituida por dos hojas de vidrio transparente de 4 mm, realizando cada una un sustrato 10, 30, separadas por una lámina de gas intermedia 15 de 90% de argón y 10% de aire con un espesor de 16 mm, manteniéndose junto el conjunto por una estructura de chasis.

50 La figura 1 ilustra una estructura de apilamiento monocapa funcional depositada sobre el sustrato 10 de vidrio, transparente, en la que la capa funcional 40 única está dispuesta entre dos revestimientos antirreflectantes, el revestimiento antirreflectante subyacente 20 situado por debajo de la capa funcional 40 en dirección del sustrato 10 y el revestimiento antirreflectante suprayacente 60 dispuesto por encima de la capa funcional 40 opuesta al sustrato 10.

Estos dos revestimientos antirreflectantes 20, 60, comprenden cada uno al menos una capa dieléctrica 21, 22, 24, 26; 62, 64, 66, 68, 69.

Eventualmente, por una parte la capa funcional 40 puede ser depositada sobre un revestimiento de sub-bloqueo 30 dispuesto entre el revestimiento antirreflectante subyacente 20 y la capa funcional 40 y por otra parte la capa funcional 40 puede ser depositada directamente bajo un revestimiento de sobre-bloqueo 50 dispuesto entre la capa funcional 40 y el revestimiento antirreflectante suprayacente 60.

5 En la figura 1 se constata que el revestimiento antirreflectante 20 inferior comprende cuatro capas antirreflectantes 21, 22, 24 y 26, que el revestimiento antirreflectante 60 superior comprende cuatro capas antirreflectantes 62, 64, 66 y 68 y que este revestimiento antirreflectante 60 se termina por una capa de protección opcional 69, en particular a base de óxido, principalmente subestequiométrico en oxígeno.

10 Según la invención, cada revestimiento antirreflectante 20, 60 comprende al menos una capa dieléctrica de elevado índice de refracción 24, 64, situada en contacto o en proximidad a la capa funcional 40 y por una parte el espesor óptico total e_2 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción 24 o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante subyacente 20 representa entre 30 y 75% del espesor óptico total e_{20} de este revestimiento antirreflectante subyacente 20, y por otra parte el espesor óptico total e_6 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción 64 o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante suprayacente 60 representa entre 10 y 60% del espesor óptico total e_{60} de este revestimiento antirreflectante suprayacente 60.

20 Por otra parte, preferentemente, cada revestimiento antirreflectante 20, 60 comprende al menos una capa dieléctrica de elevado índice de refracción 24, 64 situada en contacto o en proximidad a la capa funcional 40 y por una parte el espesor óptico total e_2 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción 24 o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante subyacente 20 representa entre 35 y 55% del espesor óptico total e_{20} de este revestimiento antirreflectante subyacente 20, y por otra parte el espesor óptico total e_6 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción 64 o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante suprayacente 60 representa entre 15 y 55% del espesor óptico total e_{60} de este revestimiento antirreflectante suprayacente 60.

Además, preferentemente, la relación E entre el espesor óptico e_{20} en nm del revestimiento antirreflectante subyacente 20 y el espesor óptico e_{60} en nm del revestimiento antirreflectante suprayacente 60 es tal que:

$$0,4 \leq E \leq 0,9, \text{ incluso } 0,5 \leq E \leq 0,8$$

30 En primer lugar se ha realizado una simulación numérica (ejemplos 1 a 3 según la invención y contraejemplos 9 a 13 que no son según la invención, a continuación) y después se han depositado efectivamente dos apilamientos de capas delgadas: el ejemplo 1 y el contraejemplo 11.

35 La tabla 1 siguiente muestra los espesores físicos en nanómetros de cada una de las capas o de los revestimientos de los ejemplos 1 a 3 y de los contraejemplos 9 a 13, la tabla 2 resume los principales datos relativos a estos ejemplos, principalmente en lo que se refiere a los espesores ópticos, y la tabla 3 muestra las principales características ópticas de estos ejemplos obtenidos por simulaciones.

En la tabla 1, la columna "N°" indica el número de la capa en relación con la configuración de la figura 1 y la segunda columna indica el material depositado.

Tabla 1

Ejemplo		9	10	1	11	2	12	3	13
N°									
69	ZnSnO _x	2	2	2	2	2	2	2	2
68	TiO ₂	0	0	0	0	0	10	0	0
66	Si ₃ N ₄	48	5	35,5	27	31	35,5	30	23
64	TiO ₂	0	29	10	10	10	0	8	8
62	ZnO	5	5	5	14	9	5	5	14
50	NiCr	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
40	Ag	15	15	15	15	15	15	10,5	10,5
30	NiCr	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5

ES 2 683 900 T3

Ejemplo		9	10	1	11	2	12	3	13
26	ZnO	5	5	5	14	9	5	5	5
24	TiO ₂	0	21	14	14	14	14	12	0
22	Si ₃ N ₄	30	4	14	5	10	14	19	19
21	TiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	12

En la tabla 2, los datos presentados consisten en:

- 5 - e_2 y e_6 son respectivamente los espesores ópticos totales de las capas dieléctricas de elevado índice de refracción 24, 64 de los revestimientos antirreflectantes subyacente 20 y suprayacente 60 (incluso los espesores ópticos totales de las capas de elevado índice de refracción 22, 68, respectivamente para los contraejemplos 13 y 12),
- e_{20} y e_{60} son respectivamente los espesores ópticos totales de los revestimientos antirreflectantes subyacente 20 y suprayacente 60,
- 10 - %2, es el porcentaje del espesor óptico total e_2 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción 24 única (incluso de la capa 21 única para el contraejemplo 13) del revestimiento antirreflectante subyacente 20 con respecto al espesor óptico total e_{20} de este revestimiento antirreflectante subyacente 20,
- %6, es el porcentaje del espesor óptico total e_6 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción 64 única (incluso de la capa 68 única para el contraejemplo 12) del revestimiento antirreflectante suprayacente 60 con respecto al espesor óptico total e_{60} de este revestimiento antirreflectante suprayacente 60,
- 15 - d_2 y d_6 son las distancias físicas entre respectivamente cada capa dieléctrica de elevado índice de refracción 24, 64 y la capa funcional 40 (incluso las distancias físicas entre respectivamente cada capa dieléctrica de elevado índice de refracción 21, 68 y la capa funcional 40, respectivamente para los contraejemplos 13 y 12).

Para esta tabla 2, el índice de cada capa que ha sido considerado para el cálculo de los espesores ópticos es:

- 20 Si₃N₄: 2,05
- ZnO: 1,9
- TiO₂: 2,4
- ZnSnO_x: 2,0

Tabla 2

Ej.	9	10	1	11	2	12	3	13
e_2 (nm)	0	50	34	34	34	34	29	29
e_{20} (nm)	71	68	72	70	71	72	77	77
%2	0	74	47	48	47	47	37	37
e_6 (nm)	0	70	24	24	24	24	19	19
e_{60} (nm)	112	93	110	110	109	110	94	97
%6	0	75	22	22	22	22	20	20
d_2 (nm)		5	5	14	9	5	5	24
d_6 (nm)		5	5	14	9	35,5	5	14
$R = e_2/e_6$		0,7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5
$R = e_{20}/e_{60}$	0,63	0,73	0,65	0,63	0,65	0,65	0,82	0,79

25 En la tabla 3, las características ópticas del sustrato revestido del apilamiento presentadas consisten en:

- T_{Lvis} , transmisión luminosa T_L en el visible en %, medida según el iluminante D65 2°,
- colores en transmisión a_T^* y b_T^* en el sistema LAB medidos según el iluminante D65 2°, lado del sustrato opuesto a la cara principal sobre la que está depositado el apilamiento de capas delgadas,
- R_{Cvis} , reflexión luminosa en el visible en %, medida según el iluminante D65 2°, lado de la cara principal del sustrato sobre la que está depositado el apilamiento de capas delgadas,
- colores en transmisión a_{Rc}^* y b_{Rc}^* en el sistema LAB medidos según el iluminante D65 2°, lado del sustrato opuesto a la cara principal sobre la que está depositado el apilamiento de capas delgadas.

5

10

La tabla 3 expone por otro lado el coeficiente g, el factor solar, en % (norma CEN), considerado en una configuración de acristalamiento doble 4-16 (Ar 90%)-4, con el apilamiento de capas delgadas en cara 3 y el otro sustrato que es un vidrio estándar claro (Planilux de Saint-Gobain), como se muestra en la figura 2.

Tabla 3

Ej.	9	10	1	11	2	12	3	13
T_{Lvis}	71,9	83,2	78,3	76,7	77,5	73,8	85,4	85,7
a_T^*	-3,3	-4,6	-3,2	-3,7	-3,4	-2,9	-1,8	-2,7
b_T^*	3,3	4,1	2,2	4,4	3,0	4,5	0,1	1,9
R_{Cvis}	21,0	9,3	14,5	16,3	15,3	19,3	4,2	4,5
a_{Rc}^*	4,2	11,1	4,8	5,4	4,8	2,8	0,3	6,0
b_{Rc}^*	-10,5	-17,7	-9,7	-13,8	-11,5	-12,7	-11,2	-18,9
G	45,9	50,1	49,2	47,9	48,7	47,1	60,3	59,7

15

En el ejemplo 9, no hay ninguna capa de elevado índice de refracción, ni en el revestimiento antirreflectante subyacente 20, entre el sustrato y la capa funcional 40, ni en el revestimiento antirreflectante suprayacente 60, por encima de la capa funcional 40.

20

El apilamiento de este ejemplo 9 es útil porque presenta un color aceptable, tanto en transmisión (a_T^* negativo, b_T^* positivo y ambos de valor absoluto relativamente pequeño) como en reflexión del lado del apilamiento (a_{Rc}^* positivo, b_{Rc}^* negativo y ambos de valor absoluto relativamente pequeño) y porque es de tipo "templable" o "para templar" ya que sus propiedades ópticas se conservan durante un tratamiento térmico, pero no presenta una transmisión luminosa muy elevada ya que la capa funcional no está anti-reflejada correctamente. En consecuencia, la reflexión luminosa es del mismo modo relativamente elevada.

25

En el ejemplo 10, se introducen dos capas dieléctricas de elevado índice de refracción 24, 64 en el apilamiento respectivamente en el revestimiento antirreflectante subyacente 20 y revestimiento antirreflectante suprayacente 60.

30

Sin embargo, estas dos capas son relativamente gruesas, en particular las del revestimiento antirreflectante subyacente, lo que cuesta caro de depositar y complica el procedimiento de depósito.

La transmisión luminosa aumenta de forma importante con respecto al ejemplo 9, y por consiguiente la reflexión luminosa disminuye de forma muy importante y el factor solar aumenta. Sin embargo, el color no es totalmente satisfactorio, en particular en reflexión del lado del apilamiento: a_{Rc}^* y b_{Rc}^* tienen ambos valores absolutos demasiado elevados, lo que se traduce por un color en tonos rojo-violeta.

35

En este ejemplo 10 se constata que la proporción del espesor óptico de capa de elevado índice 24 con respecto al espesor óptico total del revestimiento antirreflectante subyacente 20 es elevada (74%), mientras que, sin embargo, la mayoría del material de elevado índice (total de las capas 24 y 64) se sitúa en el revestimiento antirreflectante suprayacente 60 (relación R inferior a 1, en este caso de 0,7).

En el ejemplo 1 según la invención, como en el ejemplo 10, se introducen dos capas dieléctricas de elevado índice de refracción 24, 64 en el apilamiento, respectivamente en el revestimiento antirreflectante subyacente 20 y el revestimiento antirreflectante suprayacente 60.

Estas dos capas 24, 64 se conservan, como en el ejemplo 10, en la proximidad de la capa funcional 40 ya que en los dos casos, una sola capa (respectivamente 26, 62) de espesor físico de 5 nm está insertada entre por una parte la

capa de elevado índice de refracción 24 y la capa funcional 40 y por otra parte la capa funcional 40 y la capa de elevado índice de refracción 64.

5 Sin embargo, estas dos capas son menos gruesas en el caso del ejemplo 1 que en el caso del ejemplo 10, lo que cuesta menos caro de depositar y simplifica el procedimiento de depósito: la proporción de espesor óptico de la capa de elevado índice de refracción 24, 64 representa respectivamente menos de la mitad del espesor óptico total del revestimiento antirreflectante subyacente 20 y del revestimiento antirreflectante suprayacente 60 (respectivamente 47% y 22%).

10 Por otra parte, la mayoría del material de elevado índice de refracción no está ya en el revestimiento antirreflectante suprayacente 60 como en el ejemplo 10, sino en el revestimiento antirreflectante subyacente 20, ya que la relación R es superior a 1 (es de 1,4).

Para este ejemplo 1, la transmisión luminosa es, por supuesto, ligeramente menor que la del ejemplo 10, pero sigue siendo totalmente aceptable y muy superior a la del ejemplo 9; la reflexión luminosa es por supuesto ligeramente mayor que la del ejemplo 10, pero sigue siendo totalmente aceptable y muy inferior a la del ejemplo 9; y de forma sorprendente, el factor solar se conserva con un valor casi idéntico al del ejemplo 10.

15 Además y sobretodo, el color en transmisión es mejor que en el ejemplo 10 (a_T^* y sobretodo b_T^* menores en valores absoluto) y el color en reflexión es del mismo modo netamente mejor (a_{Rc}^* y b_{Rc}^* menores en valores absolutos).

20 En el ejemplo 11, la composición del apilamiento es idéntica a la del ejemplo 1 salvo en que las capas intermedias 26 y 62 están ensanchadas, lo que tiene como efecto aumentar las distancias d_2 y d_6 (a 14 nm), respectivamente entre por una parte la capa dieléctrica de elevado índice de refracción 24 y la capa funcional 40 y por otra parte la capa funcional 40 y la capa dieléctrica de elevado índice de refracción 64.

Esto produce una disminución de la transmisión luminosa y un aumento de la reflexión luminosa, así como una disminución del factor solar y produce por otra parte un color en reflexión del lado del apilamiento no aceptable ($a_{Rc}^* > 5$) y un color en transmisión menos favorable ($b_T^* > 4$).

25 El ejemplo 2 según la invención ilustra el límite de la obtención del efecto técnico según la invención: este ejemplo 2 es idéntico al ejemplo 1, salvo en que las capas intermedias 26 y 62 están ensanchadas, lo que tiene como efecto aumentar las distancias d_2 y d_6 (a 9 nm), pero estas capas intermedias 26 y 62 están menos ensanchadas que en el ejemplo 11.

En el ejemplo 12, la composición del apilamiento es idéntica a la del ejemplo 1, salvo en que la capa intermedia 62 está ensanchada, lo que tiene como efecto aumentar la distancia d_6 (a 35,5 nm).

30 Esto produce una disminución grande de la transmisión luminosa y un aumento grande de la reflexión luminosa, así como una disminución del factor solar.

El ejemplo 3 según la invención muestra la obtención del efecto técnico con otra estructura de apilamiento: una estructura con revestimiento de sub-bloqueo 30 y con revestimiento de sobre-bloqueo 50.

35 Las dos capas de elevado índice de refracción 24, 64 se mantienen, como en el ejemplo 1, en la proximidad de la capa funcional 40 ya que en los dos casos se inserta una sola capa (respectivamente 26, 62) de espesor físico de 5 nm entre por una parte la capa de elevado índice de refracción 24 y la capa funcional 40 y por otra parte la capa funcional 40 y la capa de elevado índice de refracción 64, si se desprecia el espesor de los revestimientos de bloqueo 30, 50.

40 Estas dos capas de elevado índice de refracción 24, 64 se depositan con espesores ópticos similares a los del ejemplo 1 y como en el ejemplo 1, la proporción del espesor óptico de la capa de elevado índice de refracción 24, 64 representa respectivamente menos de la mitad del espesor óptico total del revestimiento antirreflectante subyacente 20 y del revestimiento antirreflectante suprayacente 60 (respectivamente 37% y 20%).

Por otra parte, como en el ejemplo 1, la mayoría del material de elevado índice de refracción está en el revestimiento antirreflectante subyacente 20, ya que la relación R es superior a 1 (es incluso de 1,5).

45 Con tal estructura de apilamiento, la transmisión luminosa es muy superior a la del ejemplo 1, la reflexión luminosa es muy inferior a la del ejemplo 1 y el factor solar aumenta grandemente, debido principalmente a que la capa de plata es más delgada, por lo que la emisividad será también aumentada.

El color, tanto en transmisión como en reflexión del lado del apilamiento, es totalmente aceptable.

Para mejorar la comprensión de la invención, se propone un ejemplo 13 basado en el ejemplo 3.

50 En este caso, las dos distancias d_2 y d_6 se aumentan grandemente ya que la capa de elevado índice del revestimiento antirreflectante subyacente 20 (capa que tiene la numeración 21) se deposita directamente sobre el sustrato que en total se interpone un espesor físico de 24 nm de material entre esta capa y la capa funcional 40 (despreciando el

espesor del revestimiento de sub-bloqueo 30) y la capa de elevado índice 64 del revestimiento antirreflectante suprayacente 60 se deposita directamente sobre una capa intermedia con un espesor físico de 14 nm (despreciando el espesor del revestimiento de sobre-bloqueo 50).

5 Estas dos capas de elevado índice de refracción 21, 64 se depositan con espesores ópticos similares a los del ejemplo 3 y como en el ejemplo 3, la proporción del espesor de la capa de elevado índice de refracción 21, 64 representa respectivamente menos de la mitad del espesor óptico total del revestimiento antirreflectante subyacente 20 y del revestimiento antirreflectante suprayacente 60 (respectivamente 37% y 20%).

10 La tabla 3 muestra que aunque la transmisión luminosa y la reflexión luminosa se mantienen con respecto al ejemplo 3, el color en reflexión de este ejemplo 13 no es aceptable debido a que a_{Rc}^* y b_{Rc}^* son demasiado elevados en valores absolutos.

El ejemplo 1 y el contraejemplo 11 han sido objeto efectivamente de una validación depositando sobre un sustrato los apilamientos correspondientes, tales como los presentados en la tabla 1.

Para estos ejemplos, las condiciones de depósito de las capas son:

Tabla 4

Capa	Blanco empleado	Presión de depósito	Gas
Si ₃ N ₄	Si:Al a 92:8% en peso	1,5·10 ⁻³ mbar	Ar/(Ar + N ₂) al 45%
TiO ₂	TiO _x con x del orden de 1,9	1,5·10 ⁻³ mbar	Ar/(Ar + O ₂) al 95%
SnZnO _x	SnZn:Sb a 34:65:1 en peso	2·10 ⁻³ mbar	Ar/(Ar + O ₂) al 58%
ZnO	Zn:Al a 98:2% en peso	2·10 ⁻³ mbar	Ar/(Ar + O ₂) al 52%
NiCr	NiCr a 80:20% en peso	2·10 ⁻³ mbar	Ar al 100%
Ag	Ag	2·10 ⁻³ mbar	Ar al 100%

15

Las características de resistividad, ópticas y energéticas de estos ejemplos se muestran en la tabla 5 siguiente.

Para estos ejemplos, las características del sustrato revestido del apilamiento son:

- R, que indica la resistencia por cuadrado del apilamiento, en ohmios por cuadrado;
- T_L que indica la transmisión luminosa en el visible en % del sustrato revestido del apilamiento, medido según el iluminante D65 a 2°;
- a_T^{*} y b_T^{*} que indican los colores en transmisión a^{*} y b^{*} en el sistema LAB medidos según el iluminante D65 a 2°;
- R_C que indica la reflexión luminosa en el visible en %, medida según el iluminante D65 a 2°, lado del sustrato revestido del apilamiento de capas delgadas;
- a_c^{*} y b_c^{*} que indican los colores en reflexión a^{*} y b^{*} en el sistema LAB medidos según el iluminante D65 a 2°, lado del sustrato revestido;
- R_g que indica la reflexión luminosa en el visible en %, medida según el iluminante D65 a 2°, lado del sustrato desnudo;
- a_g^{*} y b_g^{*} que indican los colores en reflexión a^{*} y b^{*} en el sistema LAB medidos según el iluminante D65 a 2°, lado del sustrato desnudo.

30

Como anteriormente, el coeficiente g, factor solar en % (norma CEN) se considera en una configuración de acristalamiento doble 4-16 (Ar 90%)-4, con el apilamiento de capas delgadas en cara 3 y el otro sustrato que es un vidrio estándar claro (Planilux de Saint-Gobain), como se muestra en la figura 2.

35

Tabla 5

Ej.	R	T _L	g	a _r *	b _r *	R _c	a _c *	b _c *	R _g	a _g *	b _g *
1	2,6	76,9	50,5	-4	3,3	13	4,5	-8,9	15,5	4,3	-7,2
11	2,6	76,1	49,4	-4,7	5,1	14,2	5,5	-12,5	16,6	5,4	-10,1

Comparando las características ópticas y energéticas de la tabla 5 anterior con las características ópticas de la tabla 3, se constata una buena correspondencia desde el punto de vista de las diferencias entre los ejemplos 1 y 11.

- 5 Las características ópticas obtenidas con los apilamientos depositados no son idénticas a las de las simulaciones que están en la tabla 3 ya que se trata de apilamientos de ensayo, no completamente optimizados, en particular con respecto al espesor de la capa metálica funcional efectivamente depositada.

El apilamiento del ejemplo 1 es un apilamiento que se puede templar en el sentido de la invención ya que la variación de la transmisión luminosa en el visible con el tratamiento térmico es inferior a 5 e incluso inferior a 3.

- 10 Por lo tanto, es difícil distinguir los sustratos según el ejemplo 1 que han sido sometidos a tratamiento térmico de los sustratos respectivamente de este mismo ejemplo que no han sido sometidos a tratamiento térmico cuando están dispuestos uno al lado del otro.

Además, la resistencia mecánica del apilamiento según la invención es muy buena gracias a la presencia de la capa de protección 69.

- 15 Por otra parte, el comportamiento químico general de este apilamiento del ejemplo 1 es globalmente bueno.

La utilización de una (y *a fortiori* de varias) capa(s) a base de Si:Zr tal como la conocida de la solicitud de patente N° EP 1.656.328 A2 permite además realizar el depósito de la o de las capas con elevado índice de refracción correspondientes más deprisa y permite además obtener una templabilidad muy buena, principalmente debido a la muy buena compatibilidad de este tipo de capa con las capas de óxidos o de nitruros próximas.

- 20 Debido al gran espesor de la capa de plata (y por lo tanto a la pequeña resistencia por cuadrado obtenida) así como las buenas propiedades ópticas (en particular, la transmisión luminosa en el visible) es posible, por otra parte, utilizar el sustrato revestido del apilamiento según la invención para realizar un sustrato de electrodo transparente.

- 25 Este sustrato de electrodo transparente puede convenir para un dispositivo electroluminiscente orgánico, en particular reemplazando la capa 66 de nitruro de silicio del ejemplo 1 por una capa conductora (en particular con una resistividad inferior a 1 $\Omega \cdot \text{cm}$) y principalmente una capa a base de óxido. Esta capa puede ser por ejemplo de óxido de estaño o a base de óxido de zinc eventualmente dopado con Al o Ga, o a base de óxido mixto y principalmente de óxido de indio y de estaño ITO, de óxido de indio y de zinc IZO, de óxido de estaño y de zinc SnZnO eventualmente dopado (por ejemplo con Sb, F). Este dispositivo electroluminiscente orgánico puede ser utilizado para realizar un dispositivo de iluminación o un dispositivo de visualización (pantalla).

- 30 De forma general, el sustrato de electrodo transparente puede convenir para un acristalamiento calefactor, para cualquier acristalamiento electrocrómico, cualquier pantalla de visualización o también para una célula (o panel) fotovoltaico y principalmente para una cara trasera de célula fotovoltaica transparente.

- 35 La presente invención ha sido descrita en la parte precedente de la presente memoria a modo de ejemplo. Se entiende que el experto en la técnica es capaz de realizar diferentes variantes de la invención sin por ello salir del marco de la patente tal como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 1.- Sustrato (10) transparente provisto sobre una cara principal de un apilamiento de capas delgadas que comprende una sola capa funcional (40) metálica con propiedades de reflexión en el infrarrojo y/o de la radiación solar, principalmente a base de plata o de aleación metálica que contiene plata, y dos revestimientos antirreflectantes (20, 60), comprendiendo cada uno de dichos revestimientos al menos dos capas dieléctricas (22, 24, 26; 62, 64, 66, 68), estando dispuesta dicha capa funcional (40) entre los dos revestimientos antirreflectantes (20, 60), por una parte estando depositada eventualmente la capa funcional (40) directamente sobre un revestimiento de sub-bloqueo (30) dispuesto entre el revestimiento antirreflectante subyacente (20) y la capa funcional (40), y por otra parte estando depositada eventualmente la capa funcional (40) directamente bajo un revestimiento de sobre-bloqueo (50) dispuesto entre la capa funcional (40) y el revestimiento antirreflectante suprayacente (60), comprendiendo cada revestimiento antirreflectante (20, 60) al menos una capa dieléctrica de elevado índice de refracción (24, 64) que presenta un índice de refracción medido a la longitud de onda de 550 nm que es igual o superior a 2,2, por una parte representando el espesor óptico total e_2 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción (24) o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante subyacente (20) entre 30 y 75% del espesor óptico total e_{20} de este revestimiento antirreflectante subyacente (20) y por otra parte representando el espesor óptico total e_6 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción (64) o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante suprayacente (60) entre 10 y 60% del espesor óptico total e_{60} de este revestimiento antirreflectante suprayacente (60), siendo cada espesor óptico el producto del espesor físico de la capa y su índice de refracción medido a 550 nm, caracterizado por que cada revestimiento antirreflectante (20, 60) comprende al menos una capa dieléctrica de elevado índice de refracción (24, 64) que está situada en contacto o en la proximidad de la capa funcional (40) con un espesor físico de la o de todas las capas interpuestas entre la capa de elevado índice de refracción y la capa funcional metálica que no excede de 10 nm.
- 2.- Sustrato (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que el material de elevado índice de refracción de las capas dieléctricas de elevado índice de refracción (24, 64) está mayoritariamente en el revestimiento dieléctrico (20) subyacente a la capa funcional metálica (40) de manera que la relación $R = e_2/e_6$, entre el espesor óptico total e_2 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción (24) o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante subyacente (20) y el espesor óptico total e_6 de la capa dieléctrica de elevado índice de refracción (64) o de todas las capas dieléctricas de elevado índice de refracción que está o que están situada(s) en el revestimiento antirreflectante suprayacente (60) está comprendida entre 1,1 y 5, incluyendo estos valores, incluso entre 1,2 y 4, incluyendo estos valores.
- 3.- Sustrato (10) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el material constitutivo de cada capa dieléctrica de elevado índice de refracción (24, 64) se elige entre: el óxido de titanio, el óxido de niobio, el nitruro de silicio dopado con zirconio y eventualmente además con aluminio.
- 4.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la relación E entre el espesor óptico e_{20} en nm del revestimiento antirreflectante subyacente (20) y el espesor óptico e_{60} en nm del revestimiento antirreflectante suprayacente (60) es tal que: $0,4 \leq E \leq 0,9$, incluso $0,5 \leq E \leq 0,8$.
- 5.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que dichos revestimientos antirreflectante subyacente (20) y antirreflectante suprayacente (60) comprenden cada uno al menos una capa dieléctrica (22, 66) a base de nitruro de silicio, eventualmente dopado por medio de al menos otro elemento como el aluminio.
- 6.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la última capa del revestimiento antirreflectante subyacente (20), la más alejada del sustrato, es una capa de mojadura (26) a base de óxido, principalmente a base de óxido de zinc, eventualmente dopado por medio de al menos otro elemento, como el aluminio.
- 7.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el revestimiento antirreflectante subyacente (20) comprende al menos una capa dieléctrica (22) a base de nitruro, principalmente de nitruro de silicio y/o de nitruro de aluminio y al menos una capa de alisado (24) no cristalizada en un óxido mixto, estando dicha capa de alisado (24) en contacto con una capa de mojadura (26) suprayacente cristalizada.
- 8.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la última capa de revestimiento antirreflectante suprayacente (60), la más alejada del sustrato, es a base de óxido, depositada preferentemente subestequiométrica, y es principalmente a base de óxido de titanio (TiO_x) o a base de óxido mixto de zinc y de estaño (SnZnO_x).
- 9.- Acristalamiento (1) que incorpora al menos un sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, asociado eventualmente al menos a otro sustrato.
- 10.- Acristalamiento (1) según la reivindicación 9 montado de forma monolítica o de acristalamiento múltiple de tipo acristalamiento doble o acristalamiento triple o acristalamiento laminado, caracterizado por que al menos el sustrato portador del apilamiento está abombado y/o templado.

11.- Acristalamiento (1) según la reivindicación 9 ó 10 montado como acristalamiento doble, caracterizado por que presenta una selectividad $S \geq 1,3$, incluso $S \geq 1,4$ o $S \geq 1,5$.

12.- Utilización del sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, para realizar un electrodo transparente de un acristalamiento calefactor o de un acristalamiento electrocrómico o de un dispositivo de iluminación o de un dispositivo de visualización o de un panel fotovoltaico.

5

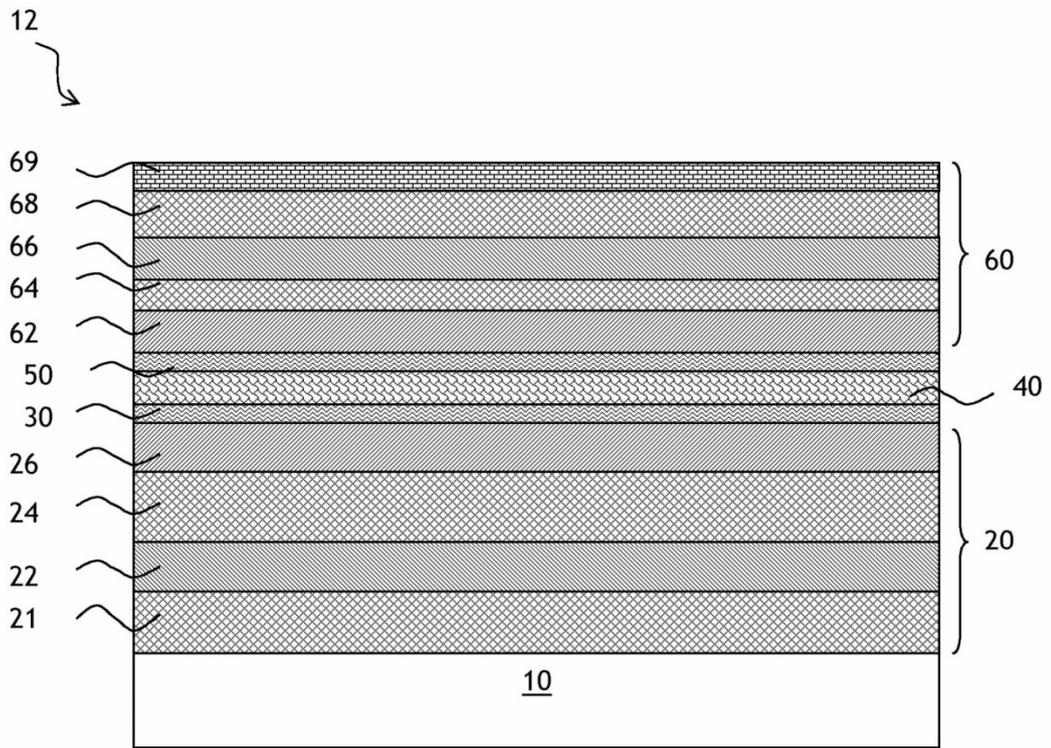


Fig. 1

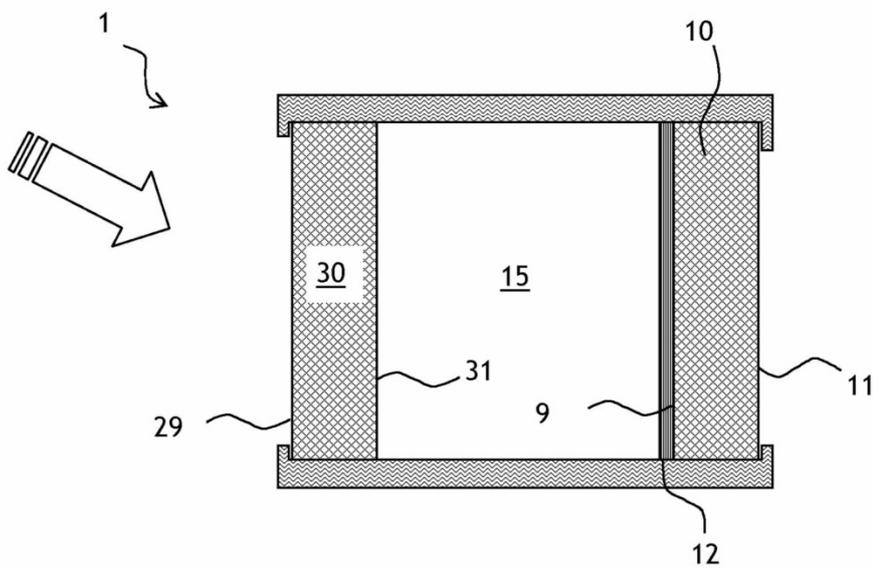


Fig. 2