

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 891**

51 Int. Cl.:

G02B 1/11 (2006.01)

C03C 17/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2000 E 00981436 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 1206715**

54 Título: **Sustrato transparente que comprende un revestimiento antirreflejos**

30 Prioridad:

17.11.1999 FR 9914423

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

12.12.2013

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
18, AVENUE D'ALSACE
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:

**JORET, LAURENT;
DURANDEAU, ANNE;
HUHN, NORBERT;
STAHLSCHMIDT, OLAF y
BILLERT, ULRICH**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 433 891 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 transparente que comprende un revestimiento antirreflejos

La invención se refiere a un sustrato transparente, en especial de vidrio, destinado a ser incorporado en un acristalamiento y provisto, sobre al menos una de sus caras, de un revestimiento antirreflejos.

- 5 Usualmente, un revestimiento antirreflejos está constituido por un apilamiento de capas delgadas interferenciales, en general con una alternancia de capas a base de material dieléctrico con índices de refracción altos y bajos. Depositado sobre un sustrato transparente, un revestimiento tal tiene por función disminuir su reflexión luminosa y, en consecuencia, aumentar su transmisión luminosa. Un sustrato revestido de este modo ve aumentar, por lo tanto, su relación luz transmitida / luz reflejada, lo que mejora la visibilidad de los objetos colocados detrás del mismo.
- 10 Cuando se busca conseguir un efecto antirreflejos máximo, se prefiere entonces proporcionar las dos caras del sustrato con este tipo de revestimiento.

Hay muchas aplicaciones de este tipo de producto: puede servir de acristalamiento en edificios, por ejemplo como expositor en tiendas o como vidrio curvado arquitectural, con el fin de distinguir mejor lo que se encuentra en un escaparate o expositor, incluso cuando la iluminación interior es débil frente a la iluminación exterior. También puede servir como vidrio de mostrador.

15

También se ha previsto una aplicación en el equipamiento de vehículos, en especial para los automóviles y los trenes. Proporcionar un efecto antirreflejos a un parabrisas es especialmente ventajoso, por varias razones: se puede aumentar la transmisión luminosa hacia el habitáculo y, por lo tanto, aumentar el confort visual de los pasajeros. Esto permite también suprimir las reflexiones parásitas que molestan al conductor, en particular la reflexión en el salpicadero. Se describen ejemplos de revestimientos antirreflejos en los documentos de las patentes EP 0 728 712 y WO97/43224.

20

Así, por ejemplo, la patente WO 97/43224 se refiere a un apilamiento antirreflejos que alterna capas de índice alto con capas de índice bajo. El documento de la patente FR-A-2713624 describe un apilamiento antirreflejos que alterna capas con índice bajo y con índice alto que tiene la particularidad de terminarse con un apilamiento de índice alto. Se conoce además, por el documento de la patente de Estados Unidos US-5 891 556, un revestimiento antirreflejos que alterna capas de bajo y de alto índice de Nb₂O₅ de índice 2,3 o de Bi₂O₃ de índice similar; sin embargo este apilamiento no está optimizado para una incidencia oblicua. Sin embargo, cuando se habla de expositores, de vitrinas, de vidrio de mostrador o de parabrisas, se trata de acristalamientos que, al contrario que los acristalamientos clásicos de fachadas de edificios por ejemplo, se encuentran, una vez montados en posición no necesariamente vertical. Los parabrisas normalmente tienen una inclinación de 60°; las vitrinas y los mostradores son normalmente curvados, con ángulos de observación variables. Ahora bien, la mayor parte de los revestimientos antirreflejos desarrollados actualmente se han optimizado para minimizar la reflexión luminosa con incidencia normal, sin tener en cuenta el aspecto óptico del acristalamiento visto de forma oblicua. También es conocido que, en incidencia normal, se pueden obtener valores de reflexión luminosa R_L muy bajos con apilamientos de cuatro capas con una alternancia capa de índice alto / capa de índice bajo / capa de índice alto / capa de índice bajo. Las capas de índice alto son generalmente de TiO₂ que presenta, efectivamente, un índice muy elevado, de alrededor de 2,45, y las capas de índice bajo son, la mayoría de las veces de SiO₂. Los espesores ópticos de las capas (el producto de su espesor geométrico por su índice de refracción) se expresan sucesivamente de la forma siguiente: (e₁ + e₂) < λ / 4 – e₃ ≥ λ / 2 – e₄ = λ / 4, siendo λ la longitud de onda promediada en el dominio del visible alrededor de 500 nm y e₁ a e₄ los espesores de las cuatro capas depositadas sucesivamente sobre el sustrato. También puede tratarse de un apilamiento de tres capas. En ese caso, es preferible que los espesores ópticos e₁, e₂ y e₃ de las capas, en el orden en el que están depositadas sobre el sustrato respeten las siguientes condiciones: λ / 4 – λ / 2 – λ / 4.

25

30

35

40

El aspecto en reflexión, en especial la intensidad de la reflexión luminosa, no es, sin embargo, satisfactorio, desde el momento en que uno se aleja un poco de una visión perpendicular al acristalamiento.

45

Se han realizado estudios para tener en cuenta un ángulo de visión oblicuo, pero no han dado tampoco plena satisfacción: se puede citar, por ejemplo, el documento de la patente EP-0 515 847, que propone un apilamiento de dos capas del tipo TiO₂ + SiO₂ / SiO₂ o con tres capas del tipo TiO₂ + SiO₂ / TiO₂ / SiO₂, depositadas por sol-gel, pero que no tiene un rendimiento suficientemente bueno.

50 La invención tiene entonces por objetivo remediar los inconvenientes previamente citados, buscando poner a punto un revestimiento antirreflejos que pueda disminuir el nivel de reflexión luminosa de un sustrato transparente de tipo vidrio en un intervalo ampliado de ángulos de incidencia y, más particularmente, según una incidencia oblicua que va de 50 a 70° de inclinación respecto de la vertical y ello, sin comprometer la factibilidad económica y/o industrial de su fabricación. De forma subsidiaria, la invención tiene por objeto la puesta a punto de un revestimiento que sea apto además para sufrir tratamientos térmicos, especialmente en el caso en el que el vidrio portador sea un vidrio que, en su aplicación final, debe ser recocido, curvado o templado.

55

En primer lugar, la invención tiene por objeto un sustrato transparente, en especial de vidrio, que tiene sobre al menos una de sus caras un revestimiento antirreflejos de capas delgadas de material dieléctrico de índices de refracción altos y bajos de manera alternativa, en especial con efecto antirreflejos en incidencia oblicua y que se define de la forma siguiente. De manera sucesiva, tiene:

- 5 - una primera capa 1 de índice alto, de índice de refracción n_1 comprendido entre 1,9 y 2,1 y de espesor geométrico e_1 comprendido entre 5 y 50 nm;
- una segunda capa 2, de índice bajo, de índice de refracción n_2 comprendido entre 1,35 y 1,65, de espesor geométrico e_2 comprendido entre 5 y 50 nm;
- 10 - una tercera capa 3 de índice alto, de índice de refracción n_3 comprendido entre 1,9 y 2,1, de espesor geométrico e_3 de al menos 70 nm e inferior o igual a 110 nm;
- una cuarta capa 4, de índice bajo, de índice de refracción n_4 comprendido entre 1,35 y 1,65, de espesor geométrico e_4 de al menos 80 nm.

15 En el sentido de la invención, el término "capa" abarca tanto una capa única como una superposición de capas en la que cada una de ellas respeta el índice de refracción indicado y en la que la suma de los espesores geométricos es igual al valor indicado para la capa en cuestión.

En el sentido de la invención, las capas son de material dieléctrico, en especial de tipo óxido o nitruro, como se detallará posteriormente. Sin embargo, no se excluye que al menos una de ellas sea modificada de forma que sea al menos un poco conductora, por ejemplo dopando un óxido metálico; esto, por ejemplo, para conferir al apilamiento antirreflejos también una función antiestática.

20 La invención se dirige, de forma preferente, a los sustratos de vidrio, pero se aplica también a los sustratos transparentes a base de polímeros, por ejemplo de policarbonato.

La invención trata, por tanto, de un apilamiento antirreflejos del tipo de los de cuatro capas. Es un buen compromiso, puesto que el número de capas es lo suficientemente importante como para que su interacción interferencial permita alcanzar un efecto antirreflejos importante. Sin embargo, este número de capas sigue siendo suficientemente razonable como para que el producto se pueda fabricar a gran escala, en una línea industrial, sobre sustratos de gran tamaño.

25 Los criterios de espesor y de índice de refracción seleccionados en la invención permiten obtener un efecto antirreflejos de banda larga de baja reflexión luminosa y ello incluso a ángulos de incidencia elevados como desde 50° a 70°, lo que resulta excepcional (naturalmente, esto no impide a los apilamientos antirreflejos de la invención disminuir igualmente la reflexión luminosa en incidencia normal).

30 La selección de estos criterios ha sido delicada, porque los inventores han tenido en cuenta la factibilidad industrial del producto, así como el aspecto en reflexión luminosa a dos niveles: a la vez queriendo minimizar el valor de reflexión luminosa R_L en incidencia oblicua por si misma y también queriendo obtener para esta reflexión luminosa oblicua una colorimetría satisfactoria, es decir un color en la reflexión cuyo tono e intensidad fueran aceptables desde el punto de vista estético.

35 Los inventores lo han conseguido, en especial con una disminución de al menos 3 o 4 % del valor de R_L entre 50 y 70° (según el iluminante D_{65}) y preferentemente con la obtención de valores negativos de a^* y b^* en el sistema de colorimetría (L, a^* , b^*) para esta misma reflexión luminosa. Esto se traduce en una disminución significativa de los reflejos y un color en la reflexión de tonos azules y verdes, la cual actualmente se considera estética en numerosas aplicaciones, en especial en la industria del automóvil.

40 Las dos características quizás más destacadas de la invención son las siguientes:

- por una parte, respecto de un apilamiento antirreflejos de cuatro capas estándar, el espesor de la última capa, de índice bajo, ha sido aumentado de manera significativa: su espesor preferido es superior al valor de $\lambda/4$ utilizado habitualmente;
- 45 - por otra parte, se ha descubierto que contrariamente a la elección que se hace habitualmente para las capas de índice alto, no era necesario, e incluso era desventajoso, escoger materiales de índice muy elevado como el TiO_2 . Se ha comprobado que era, al contrario, más juicioso utilizar para estas capas materiales de índice de refracción más moderado, de al menos 2,1. Esto va así en contra de lo habitualmente enseñado respecto de los apilamientos antirreflejos, en general.

50 De este modo, los inventores han explotado el hecho de que, en incidencia oblicua, el espectro de baja reflexión se ampliaba y que así podía permitirse el uso de materiales cuyo índice está alrededor de 2, como el óxido de estaño SnO_2 o el nitruro de silicio Si_3N_4 . Respecto del TiO_2 en especial, estos materiales presentan la ventaja de tener velocidades de depósito mucho más elevadas cuando se utiliza la técnica de depósito conocida como pulverización

catódica. En esta gama moderada de índices, se tiene también una capacidad de elección más importante de materiales que se pueden depositar mediante pulverización catódica, lo cual ofrece más flexibilidad en la fabricación industrial y más posibilidades para añadir funcionalidades suplementarias al apilamiento, como se describirá más adelante en el texto.

5 Estos materiales de índice "moderado" ofrecen también más flexibilidad en el plano estrictamente óptico: se ha descubierto que permitan ajustar más finamente la "pareja" de valores que definen más justamente la reflexión luminosa del sustrato (desde el punto de vista de la capa), a saber, por una parte el valor de reflexión luminosa R_L y, por otra parte, los valores de a^* y b^* que le corresponden en incidencia oblicua (como resaltaré en los ejemplos detallados a continuación; en efecto, es posible privilegiar más uno u otro de estos dos valores, según el objetivo o la aplicación que se prevean).

Asimismo, permiten hacer que el apilamiento sea globalmente menos sensible ópticamente, en especial desde el punto de vista colorimétrico, a las variaciones de espesor de las capas en el apilamiento, así como a las variaciones de los ángulos de incidencia bajo los cuales se observan los vidrios.

15 A continuación se indican las gamas preferidas de los espesores geométricos y de los índices de las cuatro capas del apilamiento según la invención:

- para la primera y/o la tercera capa, es decir, las de índice alto:
 - e_1 está ventajosamente comprendido entre 10 y 30 nm o entre 15 y 25 nm;
 - e_3 es de al menos 75 nm;
- para la segunda y/o la cuarta capa, es decir, las de índice bajo:
 - 20 - n_2 y/o n_4 están comprendidos, ventajosamente, entre 1,35 (o 1,40) y 1,55;
 - e_2 es, en especial, inferior o igual de 35 o de 30 nm, estando comprendido en especial entre 10 y 35 nm;
 - e_4 es superior, ventajosamente, o igual a 90 nm y es, en especial, inferior o igual a 120 o 110 nm.

25 Según una variante no conforme al objeto de las presentes reivindicaciones, se pueden sustituir la primera capa 1 de índice alto y la segunda capa 2 de índice bajo por una capa única 5 de índice de refracción denominado "intermedio" n_5 , en especial comprendido entre 1,65 y 1,80 y que tiene, preferentemente, un espesor óptico $e_{opt 5}$ comprendido entre 50 y 140 nm (preferentemente, comprendido entre 85 y 120 nm). En los apilamientos antirreflejos convencionales de tres capas, optimizados para una visión perpendicular, este espesor está más bien por encima de 120 nm. Esta capa de índice intermedio tiene un efecto óptico similar al de una secuencia capa de índice alto / capa de índice bajo, cuando se trata de la primera secuencia, de las dos capas más próximas del sustrato portador del apilamiento. Presenta la ventaja de disminuir el número total de capas del apilamiento. Preferentemente, está constituida a base de una mezcla de, por una parte óxido de silicio y, por otra parte, al menos un óxido metálico escogido entre: óxido de estaño, óxido de zinc y óxido de titanio. También puede estar hecha a base de oxinitruro u oxicarburo de silicio y/o a base de oxinitruro de aluminio.

35 Los materiales más adecuados para constituir la primera y/o la tercera capas, las de índice alto, son los formados por óxidos metálicos escogidos entre óxido de zinc ZnO , óxido de estaño SnO_2 y óxido de zirconio ZrO_2 . También pueden estar fabricados a base de nitruros escogidos entre el nitruro de silicio Si_3N_4 y/o el nitruro de aluminio AlN .

40 Utilizar una capa de nitruro para una u otra de las capas de índice alto, en especial para la tercera al menos, permite añadir una funcionalidad al apilamiento, a saber, la capacidad de soportar mejor los tratamientos térmicos sin alteración notable de sus propiedades ópticas. Ahora bien, es una funcionalidad que es importante para los acristalamientos de tipo parabrisas, mostrador de tienda, puesto que se trata de acristalamientos que deben sufrir tratamientos térmicos a altas temperaturas de tipo curvado, templado, recocido u operaciones de laminado, en las cuales el vidrio se debe calentar a temperaturas desde al menos 120 °C (laminado) hasta 500 a 700 °C (curvado, templado). Resulta entonces decisivo poder depositar las capas delgadas antes del tratamiento térmico sin que eso suponga problemas (depositar capas sobre un vidrio curvado es costoso y delicado; es mucho más simple, desde el punto de vista industrial, hacer los depósitos antes de cualquier tratamiento térmico).

Se puede de este modo tener una única configuración de apilamiento antirreflejos con independencia de que el vidrio portador esté o no destinado a sufrir un tratamiento térmico.

50 Incluso si no está destinado a ser calentado, sigue siendo interesante utilizar al menos una capa de nitruro, puesto que ello mejora la durabilidad mecánica y química del apilamiento, en su conjunto.

Según un modo de realización particular, la primera y/o la tercera capa, las de índice alto, pueden de hecho estar constituidas por varias capas de índice alto superpuestas. Muy particularmente, puede tratarse de una bicapa del

tipo $\text{SnO}_2 / \text{Si}_3\text{N}_4$ o $\text{Si}_3\text{N}_4 / \text{SnO}_2$. La ventaja de ello es la siguiente: el Si_3N_4 tiende a depositarse un poco menos fácilmente, un poco más lentamente que un óxido metálico clásico como SnO_2 , ZnO o ZrO_2 por pulverización catódica reactiva. Para la tercera capa en especial, que es la de mayor espesor y la más importante para proteger el apilamiento de los eventuales deterioros resultantes de un tratamiento térmico, puede ser interesante desdoblar la capa de forma que se ponga justamente el espesor suficiente de Si_3N_4 para obtener el efecto de protección frente a los tratamientos térmicos deseados y “completar” ópticamente la capa mediante SnO_2 o ZnO .

Los materiales más adecuados para constituir la segunda y/o la cuarta capa, las de bajo índice, son materiales a base de óxido de silicio, de oxinitruro y/o de oxicarbonuro de silicio o incluso a base de un óxido mixto de silicio y de aluminio. Un óxido mixto tal tiende a tener una mejor durabilidad, en especial química, que el SiO_2 puro. (se da un ejemplo en el documento de la patente EP- 791 562). Se puede ajustar la proporción respectiva de los dos óxidos para obtener la mejora de durabilidad esperada sin aumentar demasiado el índice de refracción de la capa.

El vidrio escogido para el sustrato revestido del apilamiento según la invención o para los otros sustratos que se le asocian para formar un acristalamiento, puede ser particular, por ejemplo extra-claro del tipo “Diamant”, o claro del tipo “Planilux” o teñido del tipo “Parsol”, tres productos comercializados por la empresa Saint-Gobain Vitrage, o incluso de tipo “TSA” o “TSA++” como se describe en el documento de la patente EP 616 883. Puede tratarse de vidrios eventualmente teñidos como se describe en los documentos de las patentes WO 94/14716, WO 96/00194, EP 0 644 164 o WO 96/28394. Puede ser filtrante frente a la radiación ultravioleta.

El sustrato o los sustratos pueden haber sufrido tratamientos térmicos, que el apilamiento antirreflejos de la invención tiene que soportar también, como recocido, templado, curvado o incluso un plegado, es decir un curvado con un radio de curvatura muy pequeño (aplicación en particular para los mostradores de tiendas y escaparates), particularmente en especial cuando al menos la tercera capa del apilamiento de índice alto contiene nitruro de silicio o de aluminio. Esto significa que tales tratamientos térmicos no afectan o no afectan prácticamente nada a la durabilidad mecánica y química del apilamiento y no implican modificaciones de sus propiedades ópticas (o suponen muy leves modificaciones de las mismas).

La invención tiene igualmente por objeto los acristalamientos que incorporan los sustratos provistos del apilamiento de capas definido previamente. El acristalamiento en cuestión puede ser “monolítico”, es decir, compuesto del solo sustrato revestido del apilamiento de capas sobre una de sus caras. Su cara opuesta puede estar desprovista de cualquier revestimiento antirreflejos, bien desnuda o bien recubierta de un revestimiento que tiene otra funcionalidad. Puede tratarse de un revestimiento con función anti-solar (utilizando por ejemplo una o varias capas de plata rodeadas de capas de dieléctrico, o de capas de nitruros como TiN o ZrN o de óxidos metálicos o de acero o de aleación Ni-Cr); con función de capa de baja emisión (por ejemplo de óxido de metal dopado como $\text{SnO}_2:\text{F}$ o de óxido de indio dopado con estaño ITO o una o varias capas de plata); con función de capa calentadora (óxido metálico dopado, Cu, Ag por ejemplo) o red de hilos calentadores (hilos de cobre o bandas serigrafadas a partir de una pasta con plata conductora); con función anti-vaho (con ayuda de una capa hidrófila), anti-lluvia (con ayuda de una capa hidrófoba, por ejemplo a base de un polímero fluorado), o anti-manchas (revestimiento fotocatalítico que comprende TiO_2 al menos parcialmente cristalizado en forma anatasa).

Dicha cara opuesta puede estar también provista de un apilamiento antirreflejos, para maximizar el efecto antirreflejos buscado. En ese caso, bien se trata también de un apilamiento antirreflejos que responde a los criterios de la presente invención, bien se trata de otro tipo B de revestimiento antirreflejos.

Un acristalamiento particularmente interesante que incorpora un sustrato revestido según la invención tiene una estructura laminada que asocia dos sustratos de vidrio con ayuda de una o varias láminas de material termoplástico como polivinilbutiral (PVB). En este caso, uno de los dos sustratos está provisto, en su cara externa (la opuesta al montaje del vidrio con la lámina termoplástica) del apilamiento (A) antirreflejos según la invención. El otro vidrio, en su cara externa también, puede estar, como precedentemente, desnudo, revestido de capas que tienen otra funcionalidad, revestido del mismo apilamiento (A) antirreflejos o de otro tipo (B) de apilamiento antirreflejos o incluso de un revestimiento que tiene otra funcionalidad como en el caso precedente (este otro revestimiento puede estar dispuesto no sobre una cara opuesta al montaje, sino sobre una de las caras de uno de los sustratos rígidos que se encuentra vuelta del lado de la hoja termoplástica de montaje). De forma convencional, se numeran las caras de los acristalamientos partiendo de la cara más exterior. Así, de este modo, se puede tener el apilamiento antirreflejos según la invención en las caras 1 y/o 4 (es decir sobre las caras de los vidrios vueltas hacia el exterior del acristalamiento, cuando hay dos vidrios).

Se puede así proporcionar al acristalamiento laminado una red de hilos de calentamiento, una capa calentadora o un revestimiento anti-solar en “el interior” del laminado (es decir, en las caras 2 y/o 3) Se describen revestimientos anti-solares a base de dos capas de plata intercaladas con tres capas o multicapas de material dieléctrico particularmente apropiados en los documentos de las patentes EP 638 528, EP 718 250, EP 844 219 y EP 847 965.

Según otra variante, en lugar de depositar el revestimiento antisolar sobre uno de los sustratos rígidos (uno de los vidrios), se puede depositar el mismo sobre una hoja de polímero tipo PET (poli(tereftalato de etileno)) que se dispone entre dos láminas de polímero termoplástico tipo PVB antes del laminado entre los dos vidrios. Este tipo de

configuración se describe en especial en los documentos de las patentes EP 758 583 y US 5 932 329, EP 839 644, WO99/45415 y EP 1 010 677.

5 Se puede disponer por la parte "exterior" (es decir, por lo tanto en las caras 1 o 4, sobre la cara no recubierta del apilamiento antirreflejos según la invención) una capa anti-manchas (por ejemplo a base de TiO_2 fotocatalítico como se describe en los documentos de las patentes WO 97/10186, WO 99/10185 o WO 99/44954), o incluso una capa hidrófila o hidrófoba.

De este modo, se pueden tener configuraciones del tipo:

revestimiento (A) antirreflejos / vidrio / PVB / vidrio desnudo o funcionalizado anti-manchas, hidrófilo o hidrófobo;

10 revestimiento (A) antirreflejos / vidrio / PVB / vidrio / revestimiento antirreflejos (A) o (B) revestimiento (A) antirreflejos / vidrio / PVB / PET provisto sobre una de sus caras de un revestimiento anti-solar / PVB / vidrio / revestimiento antirreflejos (A) o (B) opcional

revestimiento (A) antirreflejos / vidrio / PVB / revestimiento anti-solar / vidrio / revestimiento antirreflejos (A) o (B) opcional

15 revestimiento (A) antirreflejos / vidrio / revestimiento antisolar / PVB / vidrio / revestimiento antirreflejos (A) o (B) opcional

20 Estas configuraciones, en especial con los dos sustratos curvados y/o templados, permiten la obtención de un acristalamiento de automóviles y, en especial, de un parabrisas muy ventajoso: en efecto, las normas imponen en los vehículos automóviles parabrisas con alta transmisión luminosa, de al menos 75 % en incidencia normal según los estándares europeos. Gracias a la incorporación de revestimientos antirreflejos en una estructura laminada de parabrisas usual, la transmisión luminosa del acristalamiento se encuentra aumentada, por ejemplo en al menos un 6 %, lo que es ventajoso porque esto permite aportar más luz al habitáculo del vehículo, asegurando más confort y seguridad. En otra utilización, la disminución de la reflexión luminosa puede servir para disminuir la transmisión energética, cumpliendo a la vez las normas en cuanto a su transmisión luminosa. Se puede así aumentar el efecto anti-solar del parabrisas, por ejemplo por absorción de los sustratos de vidrio utilizando sustratos de vidrio preferentemente teñidos. Concretamente, se puede de este modo hacer pasar el valor de reflexión luminosa de un parabrisas laminado estándar de 13,6 % a menos de 6,5 %, disminuyendo a la vez su transmisión energética en al menos 7 % por ejemplo haciéndola pasar de 48,5 a 41,5 %, con una transmisión luminosa constante de 75 %.

25 Escoger otro revestimiento antirreflejos de tipo (B) para la otra cara del acristalamiento (ya sea monolítico o laminado) puede responder a diferentes objetivos. Puede ser deseable que el segundo revestimiento sea incluso más sencillo de fabricar y que posea, por tanto un número inferior de capas. Puede ser también interesante diferenciar el nivel de durabilidad requerido para los dos revestimientos según su grado de exposición a las agresiones mecánicas o químicas. Así, para un acristalamiento que equipe un vehículo, puede ser juicioso equipar la cara exterior del acristalamiento de un revestimiento más duradero, incluso si tiene un rendimiento óptico más bajo, que la cara interior dirigida hacia el habitáculo (basta pensar, por ejemplo, en la agresión mecánica de las escobillas de los limpiaparabrisas).

30 La invención comprende también los acristalamientos provistos del apilamiento antirreflejos de la invención y que son acristalamientos múltiples, es decir que utilizan al menos dos sustratos separados por una lámina de gas intermedio (doble o triple acristalamiento). También en este caso, las otras caras de los acristalamientos pueden ser también tratadas antirreflejos o presentar otra funcionalidad.

40 Debe notarse que esta otra funcionalidad puede también consistir en disponer sobre una misma cara el apilamiento antirreflejos y el apilamiento que tiene otra funcionalidad (por ejemplo, colocando encima del apilamiento antirreflejos una capa muy fina de revestimiento anti-manchas).

45 Se puede obtener una mayor durabilidad disminuyendo el número de capas, incluso manteniendo solo una, para minimizar las tensiones internas en el apilamiento y los riesgos de deslaminación y/o adaptando el procedimiento de depósito de capas. Es sabido que los depósitos en caliente, utilizando por ejemplo las técnicas de pirólisis, permiten obtener capas más adherentes, más sólidas, que los depósitos en frío, por ejemplo mediante pulverización catódica.

Este revestimiento antirreflejos de tipo B se puede escoger entre uno de los siguientes revestimientos:

- 50 • una sola capa de índice bajo, de índice de refracción inferior a 1,60 o 1,50, en especial del orden de 1,35 a 1,48. Se trata preferentemente de una capa de SiO_2 , de espesor comprendido entre 80 y 120 nm, que se puede depositar por sol-gel, deposición química de vapor (CVD por sus siglas en inglés), descarga corona o pulverización;
- una única capa, también, pero cuyo índice de refracción varía a lo largo de su espesor para mejorar los rendimientos. En especial, puede tratarse de una capa a base de oxinitruro de silicio, SiO_xN_y , donde x e y varían a través de su espesor, o a base de óxido mixto de silicio y de titanio $\text{Si}_z\text{Ti}_{1-z}\text{O}_2$, donde z varía a través

del espesor de la capa. Este tipo de revestimiento se puede depositar por CVD favorecida por plasma y se detalla en el documento de la patente FR98/16118 del 21 de diciembre de 1998;

- un apilamiento de dos capas que comprende, de manera sucesiva, una capa de índice alto de al menos 1,8 (en especial de óxido de estaño SnO_2 , de zinc ZnO , de zirconio ZrO_2 , de titanio TiO_2 , de nitruro de silicio Si_3N_4 y/o de aluminio AlN), y luego una capa de índice bajo inferior a 1,65, en especial de óxido, oxinitruro u oxicarburo de silicio;
- un apilamiento de tres capas, que incluye, sucesivamente, una capa de índice medio entre 1,65 y 1,80, de tipo oxicarburo u oxinitruro de silicio y/o de aluminio; una capa de índice igual o superior a 1,9 como SnO_2 , ZnO , ZrO_2 , Si_3N_4 o TiO_2 , y de nuevo una capa de índice bajo inferior a 1,65, de SiO_2 o de óxido mixto de silicio y de aluminio (eventualmente fluorado, según el documento de la patente EP-791 562, citado previamente, como pueden serlo todas las otras capas de óxido mixto de Si y Al mencionadas previamente)

La invención tiene también por objeto el procedimiento de fabricación de sustratos de vidrio con revestimiento antirreflejos (A) según la invención. Un procedimiento consiste en depositar el conjunto de capas, sucesivamente unas después de otras, mediante una técnica bajo vacío, en especial por pulverización catódica asistida por campo magnético o por descarga corona. De este modo, se pueden depositar las capas de óxido mediante pulverización reactiva del metal en cuestión en presencia de oxígeno y las capas de nitruro en presencia de nitrógeno. Para hacer SiO_2 o Si_3N_4 , se puede partir de un blanco de silicio que se dopa ligeramente con un metal como aluminio para hacerlo suficientemente conductor.

Para el eventual revestimiento antirreflejos B de otro tipo, son posibles varias técnicas de depósito, unas implicando un tratamiento térmico u otras realizándose en frío, en especial la técnica sol-gel, las técnicas de pirólisis en fase pulverulenta, sólida o gaseosa, esta última siendo designada también con el término deposición química de vapor (CVD por sus siglas en inglés). La CVD puede ser asistida con plasma. También se pueden utilizar técnicas bajo vacío del tipo de la pulverización catódica.

El revestimiento antirreflejos A puede también depositarse en caliente. Preferentemente, el revestimiento A se deposita por pulverización catódica y el revestimiento B por pirolisis de tipo CVD. También es posible, como preconiza el documento de la patente WO97/43224 citado previamente, que una parte de las capas de uno o de otro de los apilamientos sea depositada mediante una técnica de depósito en caliente del tipo CVD, siendo depositado el resto del apilamiento en frío mediante pulverización catódica.

La invención tiene asimismo por objeto las aplicaciones de estos acristalamientos, la mayor parte de los cuales ya han sido evocados: escaparate, expositor, mostrador de tienda, acristalamientos para edificios, acristalamiento para cualquier vehículo terrestre, aéreo o marino, en especial parabrisas de vehículos, luneta trasera, techo solar, ventanillas laterales, pantalla anti-deslumbramiento, para cualquier dispositivo de visualización, como pantallas de ordenador, de televisión, para cualquier mobiliario en vidrio o cualquier vidrio decorativo. Estos acristalamientos pueden ser curvados / templados después del depósito de las capas.

Los detalles y las características ventajosas de la invención van a hacerse a continuación evidentes a partir de los ejemplos siguientes no limitativos, con la ayuda de las figuras:

- figura 1: un sustrato provisto de un apilamiento antirreflejos A de cuatro capas según la invención;
- figura 2: un acristalamiento monolítico provisto de dos apilamientos antirreflejos (A, A) o (A, B)
- figura 3: un acristalamiento laminado provisto de dos apilamientos antirreflejos (A, A) o (A, B)

La figura 1, muy esquemática, representa un corte de un vidrio 6 que tiene encima un apilamiento antirreflejos (A) de cuatro capas.

La figura 2, también muy esquemática, representa un corte de un acristalamiento monolítico, con un vidrio (6) provisto en cada una de sus caras de un apilamiento antirreflejos.

La figura 3 representa un corte de un acristalamiento laminado, en el cual cada una de sus caras está tratada antirreflejos.

Los ejemplos 1 a 10 siguientes son resultados de modelización; los ejemplos 11 a 15 han sido efectivamente realizados. Todos los ejemplos 1 a 13 se refieren a apilamientos antirreflejos de cuatro capas; el ejemplo 14 se refiere a un revestimiento antirreflejos de tres capas. Todas las capas han sido depositadas de manera convencional por pulverización catódica asistida por campo magnético y reactiva, en atmósfera oxidante a partir de blanco de Si o de metal para hacer capas de SiO_2 o de óxido metálico, en atmósfera de nitrógeno para hacer nitruros y en una atmósfera mixta oxidante / nitrurante para hacer los oxinitruros. Los blancos de Si pueden contener otro metal, en cantidad baja, en especial Zr o Al, en especial para hacerlos más conductores.

Ejemplos 1 a 10

Para los ejemplos 2-4 y 7 a 10 bis, el apilamiento antirreflejos utilizado es el siguiente:

- (6): vidrio
- (1): SnO₂ índice n1 = 2
- 5 (2): SiO₂ índice n2 = 1,46
- (3): SnO₂ (o Si₃N₄) índice n3 = 2
- (4): SiO₂ índice n4 = 1,46

Para los ejemplos de comparación 5-6, el apilamiento antirreflejos utilizado es el siguiente:

- (6): vidrio
- 10 (1): SnO₂ índice 2
- (2): SiO₂ índice 1,46
- (3): TiO₂ índice 2,40
- (4): SiO₂ índice 1,46

15 Los ejemplos 1 a 7 se refieren a un acristalamiento monolítico; los ejemplos 8 a 10 bis a un acristalamiento laminado.

Ejemplo 1 (de comparación)

Se trata del vidrio 6 de la figura 1, pero sin ningún revestimiento. El vidrio es un vidrio claro sílico-sodo-cálcico de 2 mm de espesor, comercializado con el nombre Planilux por la empresa Saint-Gobain Vitrage.

Ejemplo 2

20 Se trata del vidrio 6 de la figura 1 provisto del apilamiento antirreflejos en una sola cara.

La tabla que va a continuación resume el índice n_i y el espesor geométrico e_i en nanómetros de cada una de las capas.

EJEMPLO 2	CAPA (1)	CAPA (2)	CAPA (3)	CAPA (4)
n_i	2,0	1,46	2,0	1,46
e_i	15 nm	35 nm	90 nm	105 nm

25 Este ejemplo tiene por objetivo minimizar lo máximo posible el valor de R_L del vidrio 6 (del lado revestido) a incidencia de 60°.

Ejemplo 3

Es la misma configuración de acristalamiento que el ejemplo 2, pero que tiene como objetivo a la vez disminuir el valor de R_L del lado donde se encuentran las capas y obtener un color en la zona de los verdes-azules (a^* y b^* negativos) en reflexión, siempre a incidencia de 60°. Los espesores se han ajustado de manera diferente:

EJEMPLO 3	CAPA (1)	CAPA (2)	CAPA (3)	CAPA (4)
n_i	2,0	1,46	2,0	1,46
e_i	19 nm	17 nm	100 nm	95 nm

30

Ejemplo 4

De nuevo se trata de la misma configuración que en los ejemplos 2 y 3. En este caso, se privilegia la obtención del mejor compromiso posible entre la máxima disminución de la R_L en incidencia oblicua (60°) y la disminución de la R_L en incidencia normal (0°):

EJEMPLO 4	CAPA (1)	CAPA (2)	CAPA (3)	CAPA (4)
n_i	2,0	1,46	2,0	1,46
e_i	20 nm	35 nm	80 nm	105 nm

Ejemplo 5 de comparación

Este ejemplo utiliza una capa 3 (TiO₂) de índice significativamente más elevado que el preconizado en la invención. El espesor óptico de esta capa 3 se escoge idéntico al de la capa 3 del ejemplo 2.

EJEMPLO 5	CAPA (1)	CAPA (2)	CAPA (3)	CAPA (4)
n_i	2,0	1,46	2,40	1,46
e_i	15 nm	35 nm	75 nm	105 nm

5

Ejemplo 6 de comparación

Este ejemplo retoma la misma secuencia de capas que el ejemplo 5 de comparación, teniendo como objetivo minimizar el valor de R_L del lado de las capas en incidencia oblicua (60°)

EJEMPLO 6	CAPA (1)	CAPA (2)	CAPA (3)	CAPA (4)
n_i	2,0	1,46	2,40	1,46
e_i	25 nm	35 nm	110 nm	105 nm

10 Ejemplo 7

Este ejemplo tiene la configuración de la figura 2, a saber, un vidrio (6) revestido sobre sus dos caras con el mismo apilamiento antirreflejos A. El vidrio (6) sigue siendo vidrio claro Planilux de 2 mm de espesor.

El objetivo es en este caso obtener un buen compromiso entre la disminución de la R_L y la obtención de un color estético en reflexión, ésta a 60°.

EJEMPLO 7	CAPA (1)	CAPA (2)	CAPA (3)	CAPA (4)
n_i	2,0	1,46	2,0	1,46
e_i	19 nm	17 nm	100 nm	95 nm

15

Ejemplo 8 de comparación

Es un acristalamiento laminado como el que se representa en la figura 3, pero sin ningún revestimiento antirreflejos.

Su estructura es la siguiente:

- 20 • vidrio 6: vidrio teñido en masa en tonos verdes, referenciado con el término TSA³⁺ por Saint-Gobain Vitrage, de características descritas en el documento de la patente EP 0 644 164 (composición muy similar a la descrita en el último ejemplo de dicha patente, pero con una tasa de hierro total expresado en forma de Fe₂O₃ que no es más que de 0,92 % en peso), y de 2,1 mm de espesor;
- hoja 7: hoja de PVB de 0,7 mm
- vidrio 6': vidrio claro Planilux de 1,6 mm de espesor

25 Ejemplo 9

Es el acristalamiento laminado según la figura 3, con la estructura descrita en el ejemplo 8 de comparación y, en la cara 4 (de forma convencional, las caras de los vidrios que constituyen los acristalamientos se numeran por orden creciente desde el exterior hacia el interior del habitáculo o edificio en el cual va montado el acristalamiento), un solo

apilamiento antirreflejos según la invención, cuyas características se dan a continuación: el objetivo que se pretende conseguir es en este caso el mejor compromiso entre la disminución de R_L y la obtención de un color satisfactorio en reflexión “del lado de las capas” en incidencia oblicua (60°):

EJEMPLO 9	CAPA (1)	CAPA (2)	CAPA (3)	CAPA (4)
n_i	2,0	1,46	2,0	1,46
e_i	19 nm	17 nm	100 nm	95 nm

5 Ejemplo 9 bis

Es el mismo acristalamiento que el del ejemplo 9, con la única excepción de que aquí el vidrio 6 es más grueso y tiene 3,3 mm de espesor, para obtener un efecto de filtro frente a la radiación solar más importante.

Ejemplo 10

10 Se trata de la estructura laminada según la figura 3 y el ejemplo 8, con el apilamiento A según el ejemplo 9 en la cara 4 y en la cara 1, un revestimiento antirreflejos 3 distinto de A y que consiste en una capa de SiO_xN_y cuyo índice de refracción decrece a lo largo de su espesor, de acuerdo con lo descrito en el documento de la patente FR98/16118 citada previamente, que se puede depositar mediante CVD asistida por plasma. Su espesor es de 260 nm aproximadamente.

Ejemplo 10 bis

15 Es el mismo acristalamiento que en el ejemplo 9, con la única excepción de que aquí el vidrio 6 es más grueso y tiene 4,00 mm de espesor, para obtener un efecto de filtro frente a la radiación solar más importante.

Ejemplos 11 a 13

Estos ejemplos han sido realmente realizados, todos sobre vidrios 6 claros de tipo Planilux de 2 mm de espesor, para los ejemplos 11 y 12 y de 4 mm para el ejemplo 13.

20 Ejemplo 12

El vidrio, conforme a la figura 1, ha sido revestido solamente sobre una de sus caras con el apilamiento antirreflejos de la invención siguiente:

Vidrio ⁽⁶⁾ / SnO_2 ⁽¹⁾ / SiO_2 ⁽²⁾ / SnO_2 ⁽³⁾ / SiO_2 ⁽⁴⁾

EJEMPLO 11	CAPA (1)	CAPA (2)	CAPA (3)	CAPA (4)
n_i	~ 2,05	~ 1,46	~ 2,05	~ 1,46
e_i	19 nm	17 nm	100 nm	95 nm

25 Las capas de SiO_2 contienen de hecho aproximadamente 10 % en peso de óxido de aluminio.

La sustitución de SnO_2 por Si_3N_4 permite hacer el apilamiento susceptible de templado y de curvado. Esto significa, en el sentido de la invención, que cuando el sustrato sufre un tratamiento térmico de este tipo sus propiedades ópticas permanecen prácticamente inalteradas. De manera cuantitativa, se puede estimar que no hay cambio óptico significativo en reflexión cuando el valor de $\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$, que mide las variaciones de L^* , a^* y b^* antes y después del tratamiento térmico es inferior a 2,5, o mejor, inferior a 2.

30 Ejemplo 13

El acristalamiento según este ejemplo se trata sobre sus dos caras. Está provisto a la vez en las caras 1 y 2 del mismo apilamiento, el utilizado en el ejemplo 11 (de forma alternativa, una y/u otra de las capas de SnO_2 puede ser sustituida por una capa de Si_3N_4).

35 La tabla que va a continuación agrupa, para todos los ejemplos del presente documento de patente, los valores fotométricos siguientes:

- R_L (60°): reflexión luminosa por “el lado de las capas “ a 60° respecto de la normal al acristalamiento, según el iluminante D_{65} , en %;

- $a^*(60^\circ)$, $b^*(60^\circ)$: valores colorimétricos de la R_L (60°), sin unidades;
- R_L (0°): reflexión luminosa por “el lado de las capas “ a incidencia normal, en %;
- $a^*(0^\circ)$, $b^*(0^\circ)$: valores colorimétricos de la R_L a incidencia normal, sin unidades;
- T_L (0°): transmisión luminosa según el iluminante D_{65} , en %;

Ejemplo	R_L (60°)	a^* (60°)	b^* (60°)	R_L (0°)	a^* (0°)	b^* (0°)	T_L (0°)
1	15,4	-0,3	-0,3	8,0	-0,2	-0,5	90,8
2	11,8	2,2	-4,5	5,8	3,5	-19,3	92,9
3	12,1	-1,0	-1,9	5,3	-2,2	-2,6	93,5
4	11,9	1,8	-1,9	5,0	9,8	-23,5	93,8
5	13,8	5,4	-4,3	9,1	1,2	-17,3	89,7
6	11,8	2,1	-4,8	6,2	-5,6	-6,6	92,5
7	7,9	-2,9	-6,3	2,5	-7,0	-7,0	96,3
8	13,7	-2,9	0,4	7,2	-2,8	0,0	78,7
9	10,0	-5,6	-1,2	4,5	-6,1	-1,9	80,7
9bis	9,1	-6,8	-1,6	4,0	-7,3	-2,0	75,0
10	7,3	-3,3	-2,9	1,8	-5,6	-6,0	83,4
10bis	6,5	-4,8	-3,2	1,7	-6,2	-5,7	75,0
11	11,8	-0,7	-0,8	5,3	-3,4	-0,4	92,3
12	11,6	-0,6	-0,9	5,2	-3,7	-7,1	94,0
13	7,7	-0,6	-2,1	2,3	-3,7	-7,1	95,3

5

Los ejemplos 11 y 12 han sufrido un ensayo de durabilidad mecánica: el test TABER que consiste en someter el sustrato a un frotamiento circular con muelas abrasivas cargadas con 500 gramos, sobre su cara revestida con capas delgadas. Después de 650 giros (de las muelas), la diferencia de borrosidad observada ΔH es de 1,6 para el ejemplo 12 y solo 0,5 para el ejemplo 13.

- 10 Esto confirma que los apilamientos según la invención, incluso depositados por pulverización catódica, tienen una durabilidad satisfactoria, incluso acrecentada si se prefiere el uso de Si_3N_4 en vez de SnO_2 para constituir todas o parte de las capas de índice alto.

En relación con la tabla recapitulativa de datos fotométricos del conjunto de ejemplos, se pueden hacer las observaciones siguientes:

- 15
- una vez seleccionados los índices de refracción, se pueden ajustar los espesores geométricos de las capas según se ponga el acento más bien sobre la R_L o sobre la colorimetría: de la comparación de los ejemplos 2 y 3, se deduce que se puede bajar del límite del 12 % en R_L a 60° , pero con un a^* positivo (ejemplo 2), para un sustrato de vidrio claro revestido sobre una sola cara en especial, o bien tener un valor de R_L ligeramente superior, pero en contrapartida, asegurarse de que a^* y b^* son bien negativos;
- 20
- el ejemplo 4 permite a la vez bajar por debajo del límite de 12 % en R_L a 60° y alcanzar 5 % de R_L a 0° . Esto puede ser interesante cuando se trata de vidrios de tipo mostrador, susceptibles de ser observados bajo ángulos de incidencia muy diversos.

Se puede llegar según la invención a valores de R_L por debajo de 8 %, en incidencia oblicua, si se proporcionan al vidrio apilamientos antirreflejos sobre las dos caras (ejemplo 7).

- 25
- Los ejemplos para comparación 5 y 6 muestran la ventaja de utilizar SnO_2 o Si_3N_4 mejor que TiO_2 en la capa de índice alto: el ejemplo 5 intenta reproducir, en espesor óptico, el ejemplo 2 (180 nm de espesor óptico en los

dos casos para la capa 3), pero el resultado es menos bueno: la R_L a 60° es de 13,8 %. El ejemplo 6 muestra que se puede llegar a valores de R_L mejores a 60° , pero al precio de un fuerte engrosamiento de la capa 3 (264 nm de espesor óptico) lo cual no es satisfactorio en términos de rendimiento de producción.

- 5 • Los ejemplos en acristalamiento laminado confirman el interés que hay en proporcionar a los parabrisas de vehículos revestimientos antirreflejos según la invención.
- 10 • Se gana más de 6 % de R_L a 60° para un parabrisas tratado por las dos caras con el apilamiento de la invención depositado en la cara 4 (ejemplo 10) respecto de un parabrisas estándar (ejemplo 8). esto permite bien aumentar el nivel de transmisión luminosa, bien utilizar vidrios más oscuros o más gruesos, por lo tanto proteger mejor a los pasajeros del vehículo del calor superando al mismo tiempo la barrera de 75 % de T_L : es lo que muestran los ejemplos 10 y 10bis por una parte y 9 y 9bis por otra; los ejemplos 11 a 13 confirman los resultados modelizados: respecto del vidrio desnudo del ejemplo 1, se disminuye así la R_L a 60° en al menos 3 %, casi 4 %, llegando a mantener los valores de a^* y b^* correspondientes negativos y como mucho 2,1 en valor absoluto (e incluso como mucho 1 en valor absoluto para a^*). El efecto es incluso más marcado si el vidrio se trata sobre sus dos caras, con una caída de más de 7 % de la R_L a 60° . Además, en todos los casos, hay también una notable disminución de la R_L en incidencia normal (de aproximadamente 3 % por cara tratada) con, igualmente, valores negativos de a^* y b^* ; en consecuencia, una persona que observa el acristalamiento en un amplio intervalo de ángulos de incidencia tendrá la visión de un acristalamiento poco reflectante y que “no bascula” de un tono a otro en reflexión según la forma en que se mire, lo que es muy ventajoso.

Ejemplo 14

20 Este ejemplo se refiere a un apilamiento de solamente tres capas, siendo reemplazadas las dos primeras capas 1 y 2 por una capa única 5, como se representa en la figura 1.

El sustrato es un vidrio claro Planilux de 2 mm de espesor, tratado sobre una sola de sus caras. El apilamiento es el siguiente:

Vidrio / 60 nm de SiO_xN_y ($n = 1,70$) / 100 nm de Si_3N_4 / 95 nm SiO_2

25 Los datos fotométricos del vidrio revestido son los siguientes:

$$R_L(60^\circ) = 12,1 \%; \quad a^* = -0,3 \quad b^* = -1,2$$

$$R_L(0^\circ) = 5,3 \%; \quad a^* = -2,9 \quad b^* = -5,0$$

$$T_L(0^\circ) = 93,5 \%$$

30 Se pueden así alcanzar con tres capas rendimientos similares a los de un apilamiento antirreflejos según la invención con cuatro capas: la colorimetría en reflexión a 60° y a 0° es satisfactoria. El apilamiento de tres capas presenta, además, una durabilidad, en especial mecánica, al menos equivalente, incluso superior a la del apilamiento de cuatro capas de la invención utilizando al menos una capa de Si_3N_4 .

Ejemplo 15

35 Este ejemplo se refiere a un acristalamiento laminado con el apilamiento antirreflejos según la invención en la cara 4 (Si_3N_4 / SiO_2 / Si_3N_4 / SiO_2) y, entre las dos láminas de PVB de montaje, una hoja de PET funcionalizada para revestimiento antisolar (óxido de indio / Ag / óxido de indio / Ag / óxido de indio).

La secuencia es la siguiente:

40 Vidrio Planilux de 2,1 mm / PVB de 380 micrómetros / PET de 160 micrómetros / In_2O_3 de 20 nm / Ag de 7 nm / In_2O_3 de 60 nm / Ag de 7 nm / In_2O_3 de 20 nm / PVB de 380 micrómetros / vidrio Planilux de 2,1 mm / Si_3N_4 de 17 nm / SiO_2 de 18 nm / Si_3N_4 de 104 nm / SiO_2 de 108 nm

El valor de la reflexión luminosa a 60° $R_L(60^\circ)$ es de 11,2 %, mientras que es de 14,9 % si se la mide sobre un acristalamiento laminado idéntico pero desprovisto del revestimiento antirreflejos en la cara 4.

El valor de T_L a 0° es de 75,1 % (es de 75,3 % sin revestimiento antirreflejos).

45 El valor de reflexión energética a 0° (incidencia normal) $R_E(0^\circ)$ es de 25,6 % y el valor de transmisión energética a 0° $T_E(0^\circ)$ es de 52,2 %.

Este ejemplo muestra la eficacia de un revestimiento anti-solar, que refleja la radiación infrarroja de manera significativa. Pero, en contrapartida, el uso de un revestimiento tal tiende a aumentar la reflexión luminosa por el lado interior. El apilamiento antirreflejos según la invención permite compensar este aumento de la reflexión y mantener el nivel de reflexión (interior) que tendría el laminado sin el revestimiento anti-solar.

El mismo efecto anti-solar se obtiene si se utiliza un revestimiento de dos capas de plata directamente depositado sobre uno de los vidrios, con una sola lámina de PVB intercalada.

REIVINDICACIONES

1. Sustrato transparente (6), en especial hecho de vidrio, que tiene sobre al menos una de sus caras un revestimiento antirreflejos, hecho de un apilamiento (A) de capas delgadas de material dieléctrico de índices de refracción alternativamente altos y bajos, caracterizado porque el apilamiento tiene sucesivamente:
- 5 - una primera capa (1) de índice alto, de índice de refracción n_1 comprendido entre 1,9 y 2,1 y con un espesor geométrico e_1 comprendido entre 5 y 50 nm;
- una segunda capa (2), de índice bajo, de índice de refracción n_2 comprendido entre 1,35 y 1,65, y de espesor geométrico e_2 comprendido entre 5 y 50 nm;
- 10 - una tercera capa (3) de índice alto, de índice de refracción n_3 comprendido entre 1,90 y 2,10, y de espesor geométrico e_3 de al menos 70 nm e inferior o igual a 110 nm;
- una cuarta capa (4), de índice bajo, de índice de refracción n_4 comprendido entre 1,35 y 1,65, y de espesor geométrico e_4 de al menos 80 nm.
2. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque n_2 y/o n_4 están comprendidos entre 1,35 y 1,55.
- 15 3. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque e_1 está comprendido entre 10 y 30 nm, o entre 15 y 25 nm.
4. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque e_2 está comprendido entre 10 y 35 nm, preferentemente es menor o igual a 30 nm.
5. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque e_3 es de al menos 75 nm.
- 20 6. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque e_4 es menor o igual a 120 nm.
7. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la primera capa de índice alto (1) y/o la tercera capa de índice alto son a base de óxido u óxidos metálicos escogidos entre óxido de zinc u óxido de estaño, o a base de nitruro o nitruros escogidos entre nitruro de silicio y/o nitruro de aluminio.
- 25 8. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la segunda capa de índice bajo (2) y/o la cuarta capa, de índice bajo, (4), son a base de óxido de silicio, de oxinitruro y/o de oxicarbonuro de silicio o de un óxido mixsto de silicio y de aluminio.
9. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicho sustrato es de vidrio, claro o teñido en masa.
- 30 10. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque, del lado en el que está provisto del apilamiento (A) de capas delgadas, la reflexión luminosa de dicho sustrato según un ángulo de incidencia comprendido entre 50° y 70° es tal que los valores de a^* y b^* correspondientes, en el sistema de colorimetría (L^* , a^* , b^*), son negativos.
- 35 11. Sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el apilamiento (A) antirreflejos utiliza al menos para su tercera capa de índice alto nitruro de silicio o de aluminio.
12. Acristalamiento caracterizado porque está compuesto del único sustrato (6) según una de las reivindicaciones precedentes, provisto sobre una de sus caras de dicho apilamiento (A) de capa antirreflejos y sobre su otra cara, ya sea también de dicho apilamiento (A) de capas antirreflejos, ya sea de un revestimiento antirreflejos de otro tipo (B) o ya sea de un revestimiento que tiene otra funcionalidad de tipo anti-solar, de baja emisividad, anti-manchas, anti-lluvia o calentador.
- 40 13. Acristalamiento caracterizado porque tiene una estructura laminada que asocia dos sustratos de vidrio (6, 6') con ayuda de una lámina (7) de material termoplástico, estando provisto el primer sustrato (6) según una de las reivindicaciones 1 a 11 de dicho apilamiento (A) antirreflejos, por el lado opuesto al del montaje y estando provisto el segundo sustrato (6'), por el lado opuesto al del montaje, bien de ningún revestimiento antirreflejos, bien también de dicho apilamiento (A) antirreflejos, bien de otro tipo (B) de revestimiento antirreflejos o bien de un revestimiento que tiene otra funcionalidad de tipo anti-solar, de baja emisividad, anti-manchas, anti-vaho, anti-lluvia o calentador, teniendo dicho revestimiento otra funcionalidad que puede también encontrarse en una de las caras de los sustratos vueltas hacia la lámina termoplástica de montaje.
- 45 14. Acristalamiento según la reivindicación 12 o la reivindicación 13, caracterizado porque el otro tipo (B) de revestimiento antirreflejos se escoge entre los revestimientos siguientes:
- 50

- una sola capa de índice bajo, inferior a 1,60 o 1,50, en especial de aproximadamente 1,35 a 1,48, en especial a base de óxido de silicio;
 - una única capa cuyo índice de refracción varía a través de su espesor, en especial de tipo oxinitruro de silicio, SiO_xN_y , donde x e y varían a través de su espesor;
- 5
- un apilamiento de dos capas que comprende, de manera sucesiva, una capa de índice alto de al menos 1,8, en especial de óxido de estaño, de óxido de zinc, de óxido de zirconio, de óxido de titanio, de nitruro de silicio o de aluminio y luego una capa de índice bajo, inferior a 1,65, en especial de óxido, oxinitruro u oxicarburo de silicio;
 - un apilamiento de tres capas, que tiene, sucesivamente, una capa de índice medio entre 1,65 y 1,80, de tipo oxicarburo u oxinitruro de silicio y/o de aluminio; una capa de índice alto superior a 1,9, de tipo SnO_2 o TiO_2 ;
- 10
15. Procedimiento de obtención del acristalamiento según una de las reivindicaciones 12, 13 o 14, caracterizado porque se depositan el apilamiento o los apilamientos (A) antirreflejos por pulverización catódica y el eventual revestimiento (B) antirreflejos mediante una técnica sol-gel, una técnica de pirolisis de tipo CVD, CVD asistida por plasma, pulverización catódica o descarga corona.
- 15
16. Aplicación del acristalamiento según una de las reivindicaciones 12 a 14 como acristalamiento interior o exterior para la construcción, en edificios; como expositor o mostrador en tiendas donde puede ser curvo; como acristalamiento para vehículos, tales como cristales laterales, luneta trasera, techo solar automático o parabrisas; o acristalamiento de protección de objetos de tipo cuadro, como pantalla anti-deslumbramientos de ordenador o como mobiliario de vidrio.

20

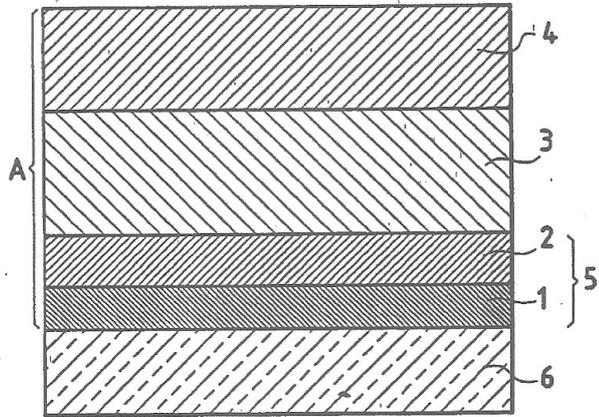


FIG. 1

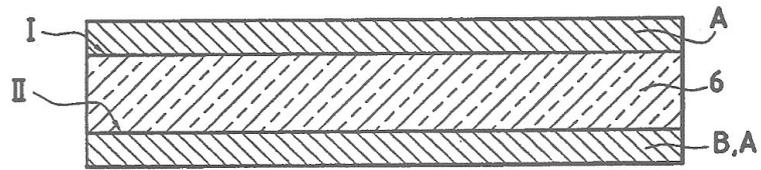


FIG. 2

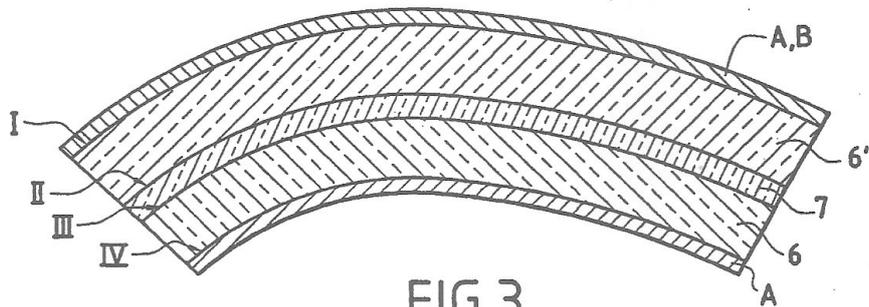


FIG. 3