

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 134**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2012 PCT/FR2012/052362**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.04.2013 WO13057424**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2012 E 12787773 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019 EP 2768783**

54 Título: **Acrilamiento aislante con coeficiente alto de transmisión luminosa**

30 Prioridad:

20.10.2011 FR 1159478

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

29.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PALACIOS-LALOY, AGUSTIN y
SANDRE-CHARDONNAL, ETIENNE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 776 134 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

Acrisolamiento aislante con coeficiente alto de transmisión luminosa

5 La invención se refiere a acristalamientos denominados de control solar, provistos de apilamientos de capas delgadas, de las cuales al menos una es funcional, es decir, actúa sobre la radiación solar. La presente invención se refiere más particularmente a acristalamientos con capa(s), especialmente a los destinados principalmente al aislamiento térmico de edificios.

10 Se entiende por capa "funcional" o también "activa", en el sentido de la presente solicitud, la (o las) capa(s) del apilamiento que confiere(n) al apilamiento lo esencial de sus propiedades térmicas. Lo más a menudo los apilamientos de capas delgadas que equipan el acristalamiento le confieren propiedades de control solar sensiblemente mejoradas esencialmente por las propiedades intrínsecas de esta capa activa. Dicha capa actúa sobre el flujo de radiación solar que atraviesa dicho acristalamiento, por oposición a las otras capas, generalmente de material dieléctrico y que tienen por función una protección química o mecánica de dicha capa funcional.

15 Tales acristalamientos provistos de apilamientos de capas delgadas actúan sobre la radiación solar incidente ya sea esencialmente mediante la absorción de la radiación incidente por la capa funcional, o esencialmente por reflexión por esta misma capa.

Se reagrupan bajo el nombre de acristalamiento de control solar. Se comercializan y se utilizan esencialmente

- bien para asegurar esencialmente una protección de la radiación solar de la habitación y evitar así un sobrecalentamiento, estando tales acristalamientos cualificados en el campo de protección solar,
 - bien esencialmente para asegurar un aislamiento térmico de la habitación y evitar pérdidas de calor, estando estos acristalamientos cualificados como acristalamientos aislantes.
- 20

Por antisolar se entiende así en el sentido de la presente invención la facultad del acristalamiento de limitar el flujo energético, en particular la radiación infrarroja solar (IRS) que atraviesa desde el exterior hacia el interior de la habitación o del habitáculo.

25 Por aislante térmico se entiende un acristalamiento provisto de al menos una capa funcional que le confiere una pérdida energética, medida por el coeficiente de transmisión térmica U, inferior a 5 W/m²/K.

Generalmente, todas las características luminosas y energéticas presentadas en la presente descripción se obtienen según los principios y métodos descritos en las normas internacionales ISO 9050 (2003) e ISO 10292 (1994) o las normas europeas EN 410 (1998) y EN 673 (1998) con respecto a la determinación de las características de luminosas, solares y energéticas de los acristalamientos utilizados en el vidrio para construcción.

30 Asociados al sustrato de vidrio, estos revestimientos deben ser estéticamente atractivos, es decir, que el acristalamiento provisto de su apilamiento debe presentar una colorimetría, en transmisión y en reflexión exterior, lo suficientemente neutra para no molestar a los usuarios o alternativamente un tinte ligeramente azul o verde en particular en el campo de la construcción. Por color neutro o tinte azul-verde se entiende en el sentido de la presente invención, en el sistema de colorimetría CIE LAB (L*, a*, b*), valores absolutos a* y b* inferiores o iguales a 10, véase inferiores o iguales a 5, siendo dichos valores de a* y b* de preferencia negativos.

35

Desde el lado interior del edificio (es decir, desde el lado del acristalamiento donde se encuentra la presente la capa), los valores posibles de la colorimetría no son tan restrictivos que para la cara exterior y pueden aceptarse colores más intensos y más amarillo-anaranjados.

40 Por otro lado, independientemente de la cara del acristalamiento, este tinte debe ser duradero y uniforme sobre toda la superficie del acristalamiento, incluso si el apilamiento de capas se somete a condiciones de desgaste prematuro tales como una abrasión resultante de la limpieza de los acristalamientos o incluso de una exposición prolongada a la humedad exterior y a lavados sucesivos. La solución de tal problema de una conservación duradera de la misma colorimetría sobre toda la superficie del vidrio es particularmente imperiosa cuando el apilamiento de capas se deposita sobre un acristalamiento simple, en particular en su cara 2, es decir, la cara destinada a ser orientada hacia el interior del edificio.

45

Idealmente, estos acristalamientos provistos de apilamientos también deben ser capaces de sufrir un tratamiento térmico del tipo temple sin pérdida de sus propiedades ópticas y/o energéticas. En particular, los acristalamientos provistos de capas según la invención deben conservar después del tratamiento térmico, en particular en transmisión o en reflexión exterior, el color sustancialmente neutro o incluso el tinte azul-verde descrito previamente.

50 Estos revestimientos se depositan convencionalmente por técnicas de depósito del tipo pulverización a vacío asistida por campo magnético de un cátodo del material o de un precursor del material que se va a depositar, a menudo denominada técnica de pulverización magnetrón en el campo de la técnica. Hoy en día tal técnica se utiliza clásicamente particularmente cuando el revestimiento que se va a depositar está constituido por un apilamiento más complejo de capas sucesivas de espesores de algunos nanómetros o algunas decenas de nanómetros.

Los apilamientos de mejor desempeño actualmente comercializados incorporan al menos una capa metálica de tipo plata que funciona esencialmente en el modo de reflexión de una parte principal de la radiación IR (infrarroja) incidente. Estos apilamientos de esta manera se utilizan principalmente como acristalamientos de tipo de baja emisividad (o low-e en inglés) para el aislamiento térmico de edificios. Estas capas sin embargo son muy sensibles a la humedad y por lo tanto se utilizan exclusivamente en acristalamientos dobles, en la cara 2 ó 3 de los mismos para ser protegidos de la humedad. De esta manera, no es posible depositar tales capas sobre acristalamientos simples (también denominados monolíticos). Los apilamientos según la invención no comprenden tales capas de tipo plata, o tampoco de tipo oro o platino ni siquiera en cantidades muy insignificantes, en particular, en forma de impurezas inevitables.

5 Se ha informado también de otras capas metálicas con función antisolar en el campo, que comprenden capas funcionales de tipo Nb metálico o nitrurado, como se describe por ejemplo en la solicitud WO01/21540 o también en la solicitud WO2009/112759. Dentro de tales capas, la radiación solar es esta vez mayoritariamente absorbida de manera no selectiva por la capa funcional que comprende niobio, siendo absorbidas por la capa activa sin distinción la radiación IR (es decir cuya longitud de onda está comprendida entre aproximadamente 780 nm y 2500 nm) y la radiación visible (cuya longitud de onda está comprendida entre aproximadamente 380 y 780 nm).

10 En los acristalamientos simples de control solar más económicos, una única capa funcional de niobio se deposita sobre un solo sustrato de vidrio. Como se admite generalmente, los valores del coeficiente U de aislamiento térmico impuestos por las normas en vigor en numerosos países sin embargo solo pueden obtenerse fácilmente en principio en tales acristalamientos simples si la capa funcional de niobio es relativamente gruesa, por ejemplo, del orden de al menos 10 nanómetros, o aún más. Debido a la absorción no selectiva de esta misma capa frente a la radiación incidente, los coeficientes de transmisión luminosa de tales acristalamientos, en el sentido escrito en la norma ISO 9050, en principio son muy bajos, generalmente inferiores a 30%, y lo más a menudo inferiores a 20%, como puede observarse en los ejemplos reportados en las solicitudes anteriormente mencionadas.

15 Al final, en vista de tales características, parece muy difícil obtener, a partir de tales apilamientos, acristalamientos de control solar que combinen coeficientes de transferencia de calor U aceptables, en particular inferiores a 5 W/m²/K, que conserven una transmisión luminosa suficientemente elevada, es decir, superior a 48% y de preferencia superior a 50%, para asegurar una buena iluminación de la habitación.

20 Como se indica anteriormente, otra restricción también se impone durante la elaboración de los acristalamientos: cuando éste está constituido por un solo sustrato de vidrio, debe experimentar muy a menudo uno o más tratamientos térmicos que pueden ser una flexión si se desea conferirle una curvatura (vitrina) pero lo más a menudo un temple, en particular en el sector de construcción donde se desea que sea más resistente y menos peligroso en caso de impacto. El hecho de que se depositen capas sobre el vidrio antes de su tratamiento térmico con frecuencia entraña su deterioro y a una modificación sustancial de sus propiedades, particularmente las ópticas. En contraste, depositar las capas después del tratamiento térmico del vidrio resulta complejo y costoso. Como se describe anteriormente, es por tanto imperativo que tales acristalamientos provistos con tales capas puedan sufrir tales tratamientos térmicos sin variaciones significativas de sus propiedades colorimétricas iniciales.

25 Además, cuando el apilamiento que comprende la capa funcional se deposita sobre un solo acristalamiento, por ejemplo, en la cara 2, es decir la cara interior del acristalamiento con respecto al edificio o al habitáculo que equipa, debe presentar una resistencia química y mecánica suficiente particularmente frente a una exposición a la atmósfera ambiente, en particular, tal que la colorimetría del acristalamiento, especialmente en transmisión, permanezca de la misma manera que antes, sustancialmente sin cambio sobre toda la superficie del acristalamiento.

30 El objeto de la presente invención es proponer un acristalamiento simple (también denominado monolítico) que presente a la vez propiedades de aislamiento térmico suficientes, con particularmente factor U de transmisión térmica inferior a 5 W/m²/K, una alta transmisión luminosa, es decir un factor de transmisión luminosa T_L superior a 48%, de preferencia superior a 50%, y el cual no presente o casi no presente variación colorimétrica durante los tratamientos térmicos, especialmente del tipo temple, o incluso cuando se somete a agresiones químicas o mecánica tal como una abrasión.

35 Según la invención, mediante una selección adecuada de los diferentes constituyentes del apilamiento de capas depositado sobre el sustrato de vidrio inicial tal como se ha expuesto en las reivindicaciones siguientes, un acristalamiento simple aislante térmico se puede obtener por lo tanto presentando particularmente:

- una transmisión luminosa superior a 48% y de preferencia superior a 50%,
- un coeficiente U de transferencia térmica inferior a 5 W/m²/K, equivalente a emisividad normal ϵ_n inferior a 0,60 (60%), del acristalamiento simple provisto del apilamiento de control solar, y de preferencia una emisividad normal ϵ_n inferior a 0,58,
- 55 - una buena durabilidad especialmente a los ensayos de envejecimiento químico/mecánico con conservación de la colorimetría inicial.

El objeto de la invención consiste así, en primer lugar, en un acristalamiento aislante transparente simple, constituido

por una hoja de vidrio provista de un revestimiento constituido por un apilamiento de capas delgadas que actúan sobre la radiación solar, de tal manera que el acristalamiento presenta un coeficiente de transmisión luminosa superior o igual a 48% y de preferencia superior a 50% y un coeficiente U de transmisión térmica inferior o igual a 5 W/m²/K, estando dicho acristalamiento caracterizado por que dicho revestimiento comprende, desde la superficie del sustrato:

- 5
- una subcapa constituida esencialmente por un nitruro o un oxinitruro de aluminio y/o de silicio, de espesor físico comprendido entre 30 y 60 nm,
 - una capa funcional de niobio Nb, de espesor físico comprendido entre 6 nm y 7 nm,
 - 10 - una sobrecapa de protección de la capa funcional frente al ambiente exterior, estando dicha sobrecapa constituida bien por una única capa constituida esencialmente por un nitruro o un oxinitruro de aluminio y/o de silicio o bien por un conjunto que comprende la superposición de una capa esencialmente de un nitruro o de un oxinitruro de aluminio y/o de silicio y una capa de un óxido seleccionado de óxido de silicio y óxido de titanio, estando comprendido el espesor óptico total de dicha sobrecapa entre 80 y 110 nm.

15 Se entiende por espesor físico (o geométrico) de una capa en el sentido de la presente invención el espesor real de la capa, tal que pueda medirse en particular mediante las técnicas clásicas de microscopía electrónica.

Se entiende por espesor óptico clásicamente en el sentido de la presente invención el espesor físico precedente multiplicado por el índice de refracción n del material que lo constituye, medido a 550 nm.

Según realizaciones preferidas de la invención que pueden, en su caso, combinarse entre sí:

- 20
- Dicho revestimiento adicionalmente comprende al menos una capa de un material seleccionado del grupo que consiste en Ti, Mo, Al o una aleación que comprende al menos uno de estos elementos, de preferencia Ti, dispuesto con respecto al sustrato de vidrio por encima de la capa funcional y directamente en contacto con la misma, presentando dicha capa un espesor físico comprendido entre aproximadamente 0,2 nm y aproximadamente 2 nm.
 - 25 - Dicho revestimiento adicionalmente comprende al menos una capa de un material seleccionado del grupo que consiste de Ti, Mo, Al o una aleación que comprende al menos uno de estos elementos, de preferencia Ti, dispuesto con respecto al sustrato de vidrio por debajo de la capa funcional y directamente en contacto con la misma, presentando dicha capa un espesor físico comprendido entre aproximadamente 0,2 nm y aproximadamente 2 nm.
 - 30 - La sobrecapa está constituida por la sucesión de una capa constituida esencialmente de nitruro de silicio y una capa de óxido de silicio, el espesor físico de la capa de nitruro de silicio estando comprendido entre 40 y 50 nm y el espesor físico de la capa de óxido de silicio estando comprendido entre 3 y 10 nm.
 - La sobrecapa está constituida por sucesión de una capa constituida esencialmente de nitruro de silicio y de una capa de óxido de titanio, el espesor físico del nitruro de la capa de nitruro de silicio estando comprendido entre 30 y 45 nm y el espesor físico de la capa de óxido de titanio estando comprendido entre 5 y 15 nm.
 - 35 - La sobrecapa está constituida por una capa constituida esencialmente de nitruro de silicio, que además comprende opcionalmente aluminio.
 - La subcapa está constituida esencialmente por nitruro de silicio, que además opcionalmente aluminio.
 - El espesor óptico total de dicha sobrecapa está comprendido entre 90 y 105 nm, en particular entre 90 y 100 nm.
 - 40 - El apilamiento de capas delgadas está dispuesto en la cara 2 del acristalamiento simple enumerando las caras del sustrato desde el exterior hasta el interior del edificio o el habitáculo que equipan.

Finalmente, la presente invención también se refiere a un panel decorativo de fachada de tipo de antepecho que incorpora al menos un acristalamiento tal como el anteriormente descrito o a un cristal lateral, un cristal trasero o un techo para automóvil u otro vehículo constituido por o que incorpora dicho acristalamiento.

45 Los revestimientos según la invención permiten obtener un valor relativamente elevado de transmisión luminosa del sustrato, conservando un efecto aislante notable, a pesar del espesor muy pequeño de la capa funcional: las medidas efectuadas muestran en efecto un buen compromiso entre el nivel de transmisión luminosa T_L y el coeficiente U de transferencia térmica del sustrato de capas.

50 Por los términos "por encima de" y "por debajo de" se hace referencia en la presente descripción a la posición respectiva de dichas capas con respecto al sustrato de vidrio que soporta al apilamiento de dichas capas.

Sin salirse del alcance de la invención, es posible según la invención dopar las capas anteriores de nitruro de silicio

con elementos del Al, Zr, B, etc., de manera que se modifique el color en transmisión y/o en reflexión del acristalamiento, según las técnicas bien conocidas en la técnica.

5 Si bien la aplicación más particularmente dirigida por la invención es el acristalamiento para edificios, está claro que se pueden contemplar otras aplicaciones, especialmente en acristalamientos de vehículos (además del parabrisas donde se exige una transmisión luminosa muy elevada), como cristales laterales, techos solares, cristal posterior.

La invención y sus ventajas se describen en mayor detalle a continuación por medio de los ejemplos no limitantes siguientes, según la invención y comparativos. En todos los ejemplos y la descripción, los espesores dados son físicos.

10 Todos los sustratos son de vidrio transparente de 6 mm de espesor de tipo Planilux comercializado por la compañía Saint-Gobain Glass France.

15 Todas las capas se depositan de forma conocida por pulverización catódica asistida por campo magnético (magnetron). Las capas de metal puro (Nb, Ti) se depositan a partir de la pulverización de dianas de metal en atmósfera reducida e inerte (100% de argón). Las capas de nitruro de silicio (denotadas Si₃N₄ a continuación incluso si la capa depositada no necesariamente corresponde a esta estequiometría asumida) se depositan a partir de una diana de silicio metálico (dopado con 8% en masa de aluminio) en una atmósfera reactiva que contiene nitrógeno (40% Ar y 60% N₂). Las capas de Si₃N₄ por lo tanto contienen un poco de aluminio. Las capas de óxido de silicio (denotadas SiO₂ a continuación incluso si la capa depositada no necesariamente corresponde con esta estequiometría asumida) se depositan a partir de la diana metálica de silicio en una atmósfera reactiva que contiene oxígeno, según técnicas bien conocidas. Las capas de óxido de titanio (denotadas TiO₂ a continuación incluso si la capa depositada no corresponde necesariamente a esta estequiometría asumida) se depositan a partir de una diana metálica de titanio en una atmósfera respectiva que contiene oxígeno según técnicas que también se conocen bien.

20 Se dan los siguientes índices de refracción, tal como como se dan en la bibliografía: n_{Si₃N₄} del orden de 2, n_{TiO₂} del orden de 2,3 y n_{SiO₂} del orden de 1,45.

EJEMPLO 1 (según WO 01/21540)

25 Este ejemplo presenta una capa funcional de Nb y una subcapa y sobrecapa de Si₃N₄ según la siguiente secuencia:

Vidrio/Si₃N₄ (10 nm)/Nb (35 nm)/Si₃N₄ (30 nm)

Después del depósito de las capas, el acristalamiento sufre el siguiente tratamiento térmico: calentamiento a 620°C durante 10 minutos seguido por temple.

EJEMPLO 2 (según WO 2009/112759)

30 Este ejemplo utiliza una secuencia de capas depositada sobre el mismo sustrato, una capa muy fina de titanio metálico también se deposita por encima y por debajo de la capa funcional, según la enseñanza de la publicación WO 2009/112759. El apilamiento comprende así la siguiente sucesión de capas:

Vidrio/Si₃N₄ (40 nm)/Ti (≈1 nm)/Nb (10 nm)/Ti (≈1 nm)/Si₃N₄ (60 nm)

35 El acristalamiento según este ejemplo no es conforme a la presente invención con respecto al espesor de la capa funcional y el espesor óptico de la sobrecapa (120 nm).

El sustrato revestido con el apilamiento se somete a continuación al mismo tratamiento térmico que el descrito en Ejemplo 1.

EJEMPLO 3 (comparativo)

40 Este ejemplo utiliza una secuencia de capas depositada sobre el mismo sustrato, depositándose igualmente una capa muy fina de titanio metálico por encima y por debajo de la capa funcional, según la enseñanza de la publicación WO 2009/112759. El apilamiento comprende así la siguiente sucesión de capas:

Vidrio/Si₃N₄ (40 nm)/Ti (≈1 nm)/Nb (aproximadamente 8-9 nm)/Ti (≈1 nm)/Si₃N₄ (60 nm)

El acristalamiento según este ejemplo no es conforme a la presente invención con respecto al espesor de la capa funcional y el espesor óptico de la sobrecapa (120 nm).

45 El sustrato revestido con el apilamiento se somete a continuación al mismo tratamiento térmico descrito en el Ejemplo 1.

EJEMPLO 4 (según la invención)

Este ejemplo utiliza una secuencia de capas según la invención, depositada sobre el mismo sustrato. El apilamiento de esta manera comprende la siguiente sucesión de capas:

Vidrio/Si₃N₄ (45 nm)/Ti (≈1 nm)/Nb (6 nm)/Ti (≈1 nm)/Si₃N₄ (38 nm)/TiO₂ (9 nm)

- 5 El espesor óptico de la sobrecapa, constituida por capas de nitruro de silicio y de óxido de titanio, es del orden de 98 nm.

El sustrato revestido con el apilamiento se somete a continuación al mismo tratamiento térmico descrito en los ejemplos precedentes.

EJEMPLO 5 (según la invención)

- 10 Este ejemplo utiliza la misma secuencia de capas que en el ejemplo precedente, depositada sobre el mismo sustrato, con la excepción de la sobrecapa. El apilamiento comprende así la siguiente sucesión de capas:

Vidrio/Si₃N₄ (45 nm)/Ti (≈1 nm)/Nb (6 nm)/Ti (≈1 nm)/Si₃N₄ (46 nm)/SiO₂ (5 nm)

El espesor óptico de la sobrecapa, constituida por las capas de nitruro de silicio y de óxido de silicio, es del orden de 100 nm.

- 15 El sustrato revestido con el apilamiento se somete a continuación al mismo tratamiento térmico descrito en los ejemplos precedentes.

EJEMPLO 6 (según la invención)

Este ejemplo utiliza la misma secuencia de capas que en el ejemplo precedente, depositada sobre el mismo sustrato, con la excepción de la sobrecapa. El apilamiento de esta manera comprende la siguiente sucesión de capas:

20

Vidrio/Si₃N₄ (45 nm)/Ti (≈1 nm)/Nb (6 nm)/Ti (≈1 nm)/Si₃N₄ (49 nm)

El espesor óptico de la sobrecapa, constituida por capas de nitruro de silicio, es del orden de 100 nm.

El sustrato revestido con el apilamiento se somete a continuación al mismo tratamiento térmico que se describe en los ejemplos precedentes.

25 **EJEMPLO 2b (comparativo)**

Este ejemplo utiliza la misma secuencia de capas que el Ejemplo 2 anterior, depositada sobre el mismo sustrato, con la excepción de la subcapa de nitruro de silicio, cuyo espesor se optimiza para incrementar la transmisión luminosa. El apilamiento de esta manera comprende la siguiente sucesión de capas:

Vidrio/Si₃N₄ (60 nm)/Ti (≈1 nm)/Nb (10 nm)/Ti (≈1 nm)/Si₃N₄ (60 nm)

- 30 El espesor óptico de la sobrecapa, constituida por la capa única de nitruro de silicio, es del orden de 123 nm.

El sustrato revestido con el apilamiento se somete a continuación al mismo tratamiento térmico que se describe en los ejemplos precedentes.

EJEMPLO 3b (comparativo)

- 35 Este ejemplo utiliza la misma secuencia de capas que el Ejemplo 3 anterior, depositada sobre el mismo sustrato, con la excepción de los espesores de las dos capas de nitruro de silicio, que se optimizan para incrementar la transmisión luminosa. El apilamiento de esta manera comprende la siguiente sucesión de capas:

Vidrio/Si₃N₄ (60 nm)/Ti (≈1 nm)/Nb (8-9 nm)/Ti (≈1 nm)/Si₃N₄ (60 nm)

El espesor óptico de la sobrecapa y de la subcapa, constituidas cada una por la capa única de nitruro de silicio, es del orden de 120 nm.

- 40 El sustrato revestido con el apilamiento se somete a continuación al mismo tratamiento térmico que se describe en los ejemplos precedentes.

Tabla 1

EJEMPLO	Tratamiento térmico	Propiedades ópticas y de energía	
		T _L	Emisividad
Ejemplo 1 (WO 01/21540)	Antes	11	14
	Después	18	18
Ejemplo 2 (WO 09/112759)	Antes	42	32
	Después	40	37
Ejemplo 3 (comparativo)	Antes	48	39
	Después	47	45
Ejemplo 4 (invención)	Antes	53	50
	Después	51	56
Ejemplo 5 (invención)	Antes	52	50
	Después	50	56
Ejemplo 6 (invención)	Antes	52	50
	Después	51	56
Ejemplo 2b (comparativo)	Antes	47	32
	Después	46	37
Ejemplo 3b (comparativo)	Antes	51	39
	Después	50	45

5 Los datos reportados en la Tabla 1 muestran que los Ejemplos 1, 2 y 3 según la técnica anterior no permiten obtener los criterios buscados, a saber, una transmisión luminosa superior o igual a 48% y de preferencia superior o igual a 50% y un coeficiente U inferior a 5 W/m²/K (que corresponde a una emisividad normal inferior a 58%).

10 Puede observarse que tales objetivos no obstante pueden ser conseguidos por el experto en la materia a partir del apilamiento del Ejemplo 3b optimizando el espesor óptico de la sobrecapa y la subcapa, de forma que se aumenta la transmisión luminosa. Los Ejemplos 4, 5 y 6 según la invención también permiten obtener directamente tales criterios gracias al espesor muy pequeño de la capa funcional. Por otro lado, un acristalamiento provisto de una capa de niobio de espesor superior o igual a 10 nm no puede presentar una transmisión luminosa superior a 48% como muestra el Ejemplo 2b, para el que los espesores respectivos de las diferentes capas han sido por lo tanto optimizados para maximizar la transmisión luminosa del acristalamiento.

15 Las propiedades de resistencia química de los acristalamientos según los Ejemplos 6 (según la invención) y 3b (comparativo) se han medido mediante un ensayo HH cuyas condiciones experimentales se proporcionan a continuación:

Los acristalamientos se colocan en una cámara mantenida a presión atmosférica, a una temperatura de 50°C en una atmósfera que comprende 95% de humedad relativa.

20 El ensayo se lleva a cabo en una parte del acristalamiento sobre las dos muestras según el mismo protocolo durante una misma duración de 14 días, estando el resto del acristalamiento protegido de la humedad. El objetivo es caracterizar las variaciones posibles de color en transmisión, reflexión interna y externa que degradarían la estética de los acristalamientos con respecto a su apariencia original, particularmente si las agresiones químicas son localizadas y dan lugar a manchas de color visiblemente diferente. La cantidad seleccionada para caracterizar este cambio en el sistema colorimétrico CIE (L*, a*, b*), la cantidad de ΔE* convencionalmente definida por la ecuación:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2}$$

25 La Tabla 2 siguiente proporciona, para cada una de las dos muestras, las diferencias colorimétricas, en transmisión y en reflexión interna y externa, entre la zona del acristalamiento que no ha sufrido el tratamiento químico y la zona del acristalamiento tratada.

Tabla 2

Zona del acristalamiento	Ejemplo 6		Ejemplo 3b	
	Ensayo HH	Fuera de ensayo	Ensayo HH	Fuera de ensayo
L^*_T	76	78	80	80
a^*_T	-1,2	-2,1	-4,1	-4,2
b^*_T	-4,9	-3,3	3,5	7,4
ΔE_T	3		4	
L^*_{Rext}	46	48	44	46
a^*_{Rext}	-1,4	-1,6	2,5	1,7
b^*_{Rext}	0,1	1,3	-10,3	-8,2
ΔE_{Rext}	2		3	
L^*_{Rint}	40	33	24	19
a^*_{Rint}	1,5	7,3	22,3	30
b^*_{Rint}	29	28,8	-3,5	-32
ΔE_{Rint}	9		30	

5 Se señala que las cantidades medidas ΔE_T y ΔE_{Rext} entre una zona sometida al ensayo HH y una zona que no se ha tratado es pequeña para los dos acristalamientos según los Ejemplos 6 y 3b, lo que indica una colorimetría sensiblemente constante de los acristalamientos sometidos a agresiones climáticas, cuando se observan desde el exterior.

10 Por el contrario, el examen de la colorimetría entre una zona sometida al ensayo HH y una zona que no se ha tratado en la cara interior del acristalamiento (es decir, la orientada hacia el interior del edificio) tal como se mide por la cantidad ΔE_{Rint} , muestra variaciones de colorimetría muy importantes del acristalamiento según el Ejemplo 3b comparativo. Por el contrario, el acristalamiento del Ejemplo 6 según la invención se caracteriza por una variación de colorimetría mucho más pequeña.

Al final, sólo el acristalamiento revestido con un apilamiento según la invención puede por lo tanto ser sometido al ensayo de envejecimiento acelerado sin que sus propiedades colorimétricas se modifiquen sensiblemente, así como sus propiedades ópticas y de energía buscadas

15 Se han efectuado los mismos ensayos HH sobre acristalamientos según el Ejemplo 5 según la invención. Los resultados obtenidos se proporcionan en la Tabla 3 siguiente:

Tabla 3

Zona de acristalamiento	Ejemplo 5	
	Ensayo HH	Fuera de ensayo
L^*_T	75,9	75,8
a^*_T	-2,2	-2,2
b^*_T	-5,2	-5,1
ΔE_T	0,1	
L^*_{Rext}	49,5	49,6
a^*_{Rext}	-1,3	-1,3
b^*_{Rext}	1,7	1,7
ΔE_{Rext}	0,1	
L^*_{Rint}	39,5	39,8
a^*_{Rint}	3,5	3,3
b^*_{Rint}	30,2	30,3
ΔE_{Rint}	0,4	

Aquí también se puede observar que entre una zona sometida al ensayo HH y una zona que no se ha tratado, los acristalamientos del Ejemplo 5 según la invención se caracterizan por una variación colorimétrica muy pequeña, como medida por la cantidad ΔE_{RLint} .

5 En conclusión, los acristalamientos de protección solar según la invención parecen muy ventajosos y poco costosos en particular para equipar edificios, sin excluir, sin embargo, aplicaciones en automóviles y todos los vehículos: cristales laterales, traseros, techo solar, que además pueden presentar revestimientos esmaltados.

Los apilamientos de capas según la invención permiten obtener acristalamientos de control solar que presentan los valores de aislamiento térmico y T_L buscados y cuya colorimetría permanece sensiblemente constante, bajo el efecto de diferentes tratamientos y ataques químicos a los que puede someterse durante su fabricación y su uso.

10 Mediante la aplicación de la presente invención, se pueden así fabricar acristalamientos de control solar que permiten una visión mejorada y que presentan además una muy buena durabilidad química, sin variación significativa de su colorimetría en el tiempo.

15 Sin salirse del marco de la invención, también es posible obtener antepechos con capas esmaltadas, en lugar de lacadas, lo que es muy interesante desde un punto de vista industrial, haciéndose el esmaltado durante el proceso de temple, mientras que el lacado requiere una etapa de fabricación adicional.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Acristalamiento transparente simple, constituido por una hoja de vidrio provista de un revestimiento constituido por un apilamiento de capas delgadas que actúa sobre la radiación solar, de tal manera que el acristalamiento presenta un coeficiente de transmisión luminosa superior o igual a 48% y un coeficiente U de transmisión térmica inferior a o igual a 5 W/m²/K, estando dicho acristalamiento caracterizado por que dicho revestimiento comprende, desde la superficie del sustrato:
- una subcapa constituida esencialmente de un nitruro o de un oxinitruro de aluminio y/o de silicio, de espesor físico comprendido entre 30 y 60 nm;
 - una capa funcional de niobio Nb, cuyo espesor físico está comprendido entre 6 nm y 7 nm;
- 10 - una sobrecapa de protección de la capa funcional frene al ambiente exterior, estando dicha sobrecapa constituida bien por una única capa constituida esencialmente de un nitruro o de un oxinitruro de aluminio y/o de silicio o bien de un conjunto que comprende la superposición de una capa esencialmente de un nitruro o de un oxinitruro de aluminio y/o de silicio y de una capa de un óxido seleccionado de óxido de silicio y óxido de titanio, estando comprendido el espesor óptico total de dicha sobrecapa entre 80 y 110 nm.
- 15 2. Acristalamiento según la reivindicación 1, en el que dicho revestimiento adicionalmente comprende al menos una capa de un material seleccionado del grupo que constituido por Ti, Mo, Al o una aleación que comprende al menos uno de estos elementos, dispuesta con respecto al sustrato de vidrio por encima de la capa funcional y en contacto con la misma, presentando la capa un espesor físico comprendido entre aproximadamente 0,2 nm y aproximadamente 2 nm.
- 20 3. Acristalamiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que dicho revestimiento adicionalmente comprende al menos una capa de un material seleccionado del grupo constituido por Ti, Mo, Al o una aleación que comprende al menos uno de estos elementos, dispuesto con respecto al sustrato de vidrio por encima y por debajo de la capa funcional y en contacto con la misma, presentado dicha capa un espesor físico comprendido entre aproximadamente 0,2 nm y aproximadamente 2 nm.
- 25 4. Acristalamiento según una de las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado por que el material es Ti.
5. Acristalamiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la sobrecapa está constituida por la sucesión de una capa constituida esencialmente por nitruro de silicio y una capa de óxido de silicio, estando comprendido el espesor físico de la capa de nitruro de aluminio entre 40 y 50 nm y estando comprendido el espesor físico de la capa de óxido de silicio entre 3 y 10 nm.
- 30 6. Acristalamiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la sobrecapa está constituida por la sucesión de una capa constituida esencialmente por nitruro de silicio y una capa de óxido de titanio, estando comprendido el espesor físico de la capa de nitruro de silicio entre 30 y 45 nm y estando comprendido el espesor físico de la capa de óxido de titanio entre 5 y 15 nm.
- 35 7. Acristalamiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la sobrecapa está constituida por o comprende una capa constituida esencialmente por nitruro de silicio, que comprende además opcionalmente aluminio.
8. Acristalamiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la subcapa está constituida esencialmente por nitruro de silicio, que además comprende opcionalmente aluminio.
9. Acristalamiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el espesor óptico total de dicha sobrecapa está comprendido entre 90 y 105 nm, en particular entre 90 y 100 nm.
- 40 10. Acristalamiento simple que incorpora el sustrato según una de las reivindicaciones precedentes, estando dispuesto el apilamiento de capas delgadas en la cara 2 del acristalamiento simple enumerando las caras del sustrato desde el exterior al interior del edificio o del habitáculo que equipa.
- 45 11. Panel decorativo de fachada del tipo de antepecho que incorpora al menos un acristalamiento según una de las reivindicaciones 1 a 10.