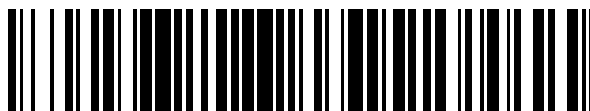


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 370**

51 Int. Cl.:
C03C 17/36 (2006.01)
C03C 17/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09718867 .6**
96 Fecha de presentación: **25.02.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2247549**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.2010**

54 Título: **Acristalamiento antisolar que presenta un coeficiente de transmisión luminosa mejorado**

30 Prioridad:
27.02.2008 FR 0851263

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.11.2012

73 Titular/es:
SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
18 Avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:
GOUARDES, ERIC;
HENRY, SÉBASTIEN y
BELLIOT, SYLVAIN

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 370 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).

DESCRIPCION

Acristalamiento antisolar que presenta un coeficiente de transmisión luminosa mejorado

5 La invención se refiere a acristalamientos dotados de apilamientos de capas delgadas de las que al menos una es funcional, es decir, que actúa sobre la radiación solar. La presente invención se refiere más particularmente a acristalamientos de capa(s), en particular los destinados al aislamiento térmico y/o protección solar.

Se entiende por capa "funcional", en el sentido de la presente solicitud, la o las capas de apilamiento que proporcionan al apilamiento lo esencial de sus propiedades térmicas, a diferencia de las otras capas generalmente de material dieléctrico y que tienen por función una protección química o mecánica de dichas capas funcionales, o incluso otra función, por ejemplo óptica, de adhesión, etc.

10 Los acristalamientos antisolares de acuerdo con la invención están adaptados más en particular para equipar edificios: limitando, gracias a las capas delgadas, la cantidad de energía transmitida por la radiación solar, permiten evitar un calentamiento excesivo en el interior de los locales en verano y contribuyen así a limitar el consumo de energía necesaria para su climatización.

15 La invención se refiere también a este tipo de acristalamiento una vez revestido por dichas capas delgadas, para la obtención de un panel de paramento de fachada, llamado de manera más clásica muro cortina, y que permite en asociación con acristalamientos para la visión ofrecer superficies exteriores de edificios totalmente acristaladas.

20 Los acristalamientos de capas funcionales antisolares están sometidos a un cierto número de requisitos: en primer lugar, las capas usadas deben ser suficientemente filtrantes respecto a la radiación solar y en particular respecto a la parte de radiación solar no visible y situada entre aproximadamente 780 nm y 2500 nm, habitualmente llamada infrarrojo solar (IR solar). Además, esas prestaciones térmicas deben preservar el aspecto óptico, la estética del acristalamiento: es particularmente deseable poder modular el nivel de transmisión luminosa (T_L) del sustrato.

25 De acuerdo con otro aspecto importante, las capas funcionales deben ser también suficientemente duraderas y en particular resistentes a tensiones físicas, tales como ralladuras, y a tensiones químicas; deben ser particularmente resistentes a la humedad. Esto es especialmente importante si, en el acristalamiento una vez montado, están sobre una de las caras exteriores del acristalamiento (a diferencia de las caras "interiores", orientadas hacia la lámina de gas separadora de un acristalamiento doble, por ejemplo), o si el acristalamiento es un acristalamiento simple, es decir, que comprende nada más que una sola hoja de vidrio.

30 También es necesario otro requisito en la elaboración de los acristalamientos: cuando éstos están constituidos al menos en parte por sustratos vítreos, a menudo deben someterse a uno o varios tratamientos térmicos, que puede ser una flexión si se les quiere proporcionar un perfil (escaparate), pero lo más frecuente es un temple o un recocido, en particular en el sector de la construcción donde se quiere que sean más resistentes y menos peligrosos en casos de choque. El hecho de que se depositen capas sobre el vidrio antes de su tratamiento térmico provoca frecuentemente su deterioro y una modificación sensible de sus propiedades, particularmente las ópticas. En cambio, depositar las capas después del tratamiento térmico del vidrio resulta complejo y costoso.

35 Un ejemplo de acristalamiento antisolar para la construcción se da por las patentes EP-0 511 901 y EP-0 678 483: se trata de capas funcionales bajo el punto de vista de la filtración de radiaciones solares, que son de aleación de níquel-cromo eventualmente nitrurada, de acero inoxidable o de tántalo, y que están dispuestas entre dos capas de dieléctrico de óxido metálico como SnO_2 , TiO_2 o Ta_2O_5 . Esos acristalamientos son buenos acristalamientos antisolares, que presentan durabilidades mecánica y química satisfactorias, pero no son verdaderamente "flexibles" o "templables" en el sentido descrito anteriormente, porque las capas de óxidos que rodean a la capa funcional no pueden impedir su oxidación durante la flexión o el temple, acompañándose dicha oxidación por una modificación apreciable de la transmisión luminosa así como del aspecto en general del acristalamiento en su conjunto.

45 Más recientemente se ha propuesto en la solicitud de patente EP 1218307 un apilamiento antisolar cuya capa funcional comprende un metal elegido entre Nb, Ta, Zr, eventualmente nitrurado, estando superpuestas sobre la capa funcional capas de protección a base de nitruro o de oxinitruro de aluminio o de silicio. El apilamiento de acuerdo con esta solicitud proporciona al acristalamiento una función antisolar que permite bloquear el IR solar de la radiación solar incidente. Además, este apilamiento se muestra resistente al temple y suficientemente duradero mecánica y químicamente para utilizarse en la cara 2 de un acristalamiento simple. Sin embargo, el principal inconveniente del apilamiento descrito en el documento EP 1218307 es que la capa funcional es relativamente gruesa, con el fin de obtener el efecto antisolar buscado, y que presenta por esa razón una T_L muy baja de aproximadamente 10%, hasta incluso inferior.

55 El documento US 2005/079369 describe acristalamientos para automóviles y acristalamientos arquitectónicos que comprenden un sustrato de vidrio dotado de un apilamiento de capas delgadas con una capa funcional de Nb eventualmente nitrurada y una capa de Cr eventualmente nitrurada por encima, así como dos capas de Si_3N_4 situadas bajo la capa funcional y sobre la capa de Cr.

El objetivo de la invención es, por tanto, aumentar notablemente la transmisión luminosa T_L de tal acristalamiento antisolar, pero sin que tal aumento conduzca a una disminución apreciable de las propiedades de aislamiento térmico del acristalamiento que pueda conducir a transferencias térmicas excesivas entre el interior y el exterior del edificio o del habitáculo protegido por dicho acristalamiento.

5 Se conocen en este ámbito acristalamientos susceptibles de responder a tal necesidad. Estos acristalamientos están constituidos por una o varias capas delgadas funcionales de plata metálica Ag. Tales acristalamientos están descritos por ejemplo en la solicitud de patente EP 718250. La integración de una o varias capas de plata en el acristalamiento permite de manera muy conocida disminuir intensamente las transferencias térmicas a través del acristalamiento, a causa del carácter de baja emisividad de las capas de Ag, es decir, gracias a su capacidad para
10 reflejar una parte muy grande de las radiaciones IR térmicas, situadas entre 3 y 50 micras. Por tanto es posible obtener, de acuerdo con técnicas muy conocidas y en particular por la adición de capas interferenciales de materiales dieléctricos de índice y de espesor ajustados, acristalamientos de alta transmisión luminosa pero cuyo coeficiente de transferencia térmica permanezca sin embargo muy bajo.

15 Las capas de control solar a base de capas delgadas de plata parecen por tanto muy eficaces para el aislamiento térmico, pero su durabilidad mecánica y química es muy limitada, especialmente por contacto con una atmósfera húmeda y no permite en particular su utilización para un acristalamiento simple. Además esta solución es relativamente cara de aplicar para un acristalamiento doble.

20 Por tanto la invención consiste en la puesta a punto de nuevos apilamientos de capas delgadas que actúan sobre la radiación solar, con vistas a fabricar acristalamientos de protección solar mejorada. La mejora pretendida es particularmente el establecimiento de un compromiso mejor entre durabilidad, propiedades térmicas, propiedades ópticas y función antisolar, en particular transmisión luminosa, y aptitud para soportar tratamientos térmicos sin sufrir daños cuando el sustrato portador del apilamiento es de tipo vítreo.

25 Más exactamente, el objetivo de la presente invención es por tanto proporcionar un acristalamiento dotado de capas delgadas que le proporcionan buenas propiedades antisolares, una transmisión luminosa superior o igual a 10% o incluso 20%, pero que permite sin embargo conservar un coeficiente de transferencia térmica aceptable gracias en particular a un coeficiente de emisividad α , tal como se define de acuerdo con la norma europea prEN 410, suficientemente bajo, pudiendo dicho acristalamiento dotado de dicha capa sufrir, por otra parte, un tratamiento térmico en el sentido explicado anteriormente.

De acuerdo con la invención, se ha podido obtener tal acristalamiento simple o múltiple que presenta en particular:

- 30
- una transmisión luminosa superior o igual a 10%, incluso superior a 20% o incluso a 30%, incluso a 40%.
 - una emisividad inferior o igual a 50%, preferiblemente inferior a 40% o incluso a 30%, incluso a 20%.
 - una resistencia a un tratamiento térmico tal como una flexión o un temple, en particular con la conservación de las propiedades anteriores, así como una resistencia química, en el sentido descrito anteriormente.
 - una buena durabilidad química y mecánica.

35 Por tanto el objetivo de la invención consiste, en primer lugar, en un sustrato vítreo transparente, que comprende al menos una hoja de vidrio dotada de un apilamiento de capas delgadas que actúan sobre la radiación solar, que presenta una transmisión luminosa superior o igual a 10%, incluso superior o igual a 20% y una emisividad inferior o igual a 50%, incluso inferior a 40%, hasta incluso inferior a 30% o 20%, tras un tratamiento térmico tal como una flexión o un temple, comprendiendo dicho apilamiento:

- 40
- una capa funcional a base de niobio Nb, de espesor comprendido entre aproximadamente 5 nm y aproximadamente 35 nm,
 - al menos una capa de otro material elegido en el grupo constituido por Ti, Mo, B, Al o una aleación que comprende al menos uno de esos elementos, dispuesta con respecto al sustrato vítreo por encima de la capa funcional, presentando dicha capa un espesor comprendido entre aproximadamente 1 nm y aproximadamente 5 nm.

45 De acuerdo con un modo posible, el sustrato vítreo transparente comprende al menos una hoja de vidrio dotada de un apilamiento de capas delgadas que actúan sobre la radiación solar, que presenta una transmisión luminosa superior o igual a 20% y una emisividad inferior o igual a 50% tras un tratamiento térmico tal como una flexión o un temple, comprendiendo dicho apilamiento:

- 50
- una capa funcional de niobio Nb, de espesor comprendido entre aproximadamente 5 nm y aproximadamente 25 nm,
 - al menos una capa de otro material elegido en el grupo constituido por Ti, Mo, B, Al o una aleación que comprende al menos uno de esos elementos, dispuesta con respecto al sustrato vítreo por encima de la capa funcional, presentando dicha capa un espesor comprendido entre aproximadamente 1 nm y aproximadamente 5 nm.

Preferiblemente, una capa de dicho material elegido en el grupo constituido por Ti, Mo, B, Al está dispuesta por encima de la capa funcional y otra capa de dicho material está dispuesta por debajo de la capa funcional.

Típicamente la capa funcional a base de niobio Nb tiene un espesor comprendido entre aproximadamente 8 nm y aproximadamente 20 nm, por ejemplo entre 8 y 15 nm.

- 5 Típicamente la capa de material elegido en el grupo constituido por Ti, Mo, B, Al tiene un espesor comprendido entre aproximadamente 1 nm y aproximadamente 3 nm.

Preferiblemente, dicho material es Ti.

- 10 De acuerdo con la invención, el conjunto de la capa funcional y de la (o de las) capa(s) de dicho material está rodeado por al menos una capa suplementaria a base de nitruro de aluminio, de oxinitruro de aluminio, de nitruro de silicio, o de oxinitruro de silicio, o de una mezcla de al menos dos de estos compuestos, ajustándose el espesor de dicha(s) capa(s) suplementarias para optimizar la transmisión luminosa del acristalamiento.

Por ejemplo, dicha o dichas capas suplementarias son a base de nitruro de silicio y están dispuestas respectivamente por encima y por debajo de dicho conjunto.

- 15 De acuerdo con un modo posible, la capa a base de nitruro de silicio dispuesta por encima de dicho conjunto es más gruesa que la capa dispuesta por debajo del conjunto en un factor de al menos 1,2, particularmente en un factor de al menos 1,5 a 1,8. Por supuesto en el marco de la presente invención se consideran todas las combinaciones particulares entre dos o más de los valores o intervalos anteriores, incluso si no están específicamente descritos, por razones de claridad.

- 20 La invención se refiere también a un acristalamiento monolítico o a un acristalamiento doble que incorpora el sustrato como se ha descrito anteriormente, estando el apilamiento de capas delgadas dispuesto en la cara 2 del acristalamiento monolítico o del acristalamiento doble o en la cara 3 del acristalamiento doble, numerando las caras del o de los sustratos desde el exterior hacia el interior del edificio o del habitáculo que equipa.

- 25 De acuerdo con un modo, el acristalamiento monolítico o el acristalamiento doble está configurado para presentar una transmisión luminosa T_L superior a 10% o incluso 20%, incluso superior a 30%, o incluso superior a 40%. El acristalamiento monolítico o acristalamiento doble puede estar configurado también para presentar una emisividad inferior a 40%, incluso inferior a 30% o incluso inferior a 20%.

Finalmente, la presente invención se refiere a panel de paramento de fachada de tipo muro cortina que incorpora al menos un sustrato, tal como se ha descrito anteriormente, a una ventanilla lateral, una ventanilla trasera o un techo para automóviles u otro vehículo constituido por o que incorpora dicho sustrato.

- 30 De acuerdo con la invención, las capas funcionales según la invención permiten obtener un valor de la transmisión luminosa del sustrato relativamente alto conservando a la vez un efecto antisolar notable, a pesar del espesor relativamente bajo de la capa funcional: las medidas efectuadas muestran efectivamente un buen compromiso entre el nivel de transmisión luminosa T_L y el coeficiente de transferencia térmica U del sustrato de capas, medido por su emisividad α . En la presente descripción, la emisividad α es la emisividad normal tal como se define de acuerdo con la norma prEN410.

- 35 La utilización de una capa muy delgada de un metal del grupo Ti, Mo, B, Al, en particular Ti, permite de acuerdo con la invención garantizar la templabilidad del apilamiento de capas sin degradación conjunta de las propiedades funcionales de éstas. En particular, es pequeña la modificación de las propiedades ópticas, especialmente la transmisión luminosa, inducida por un tratamiento térmico de tipo temple. De modo similar, la emisividad de la capa funcional permanece baja gracias a la contribución de esta fina capa metálica suplementaria. De acuerdo con un modo posible de la invención, la capa delgada metálica del grupo Ti, Mo, B, Al se deposita al menos encima de la capa funcional de Nb. Preferiblemente dicha capa se deposita por encima y por debajo de la capa de Nb.

Por los términos “por encima” y “por debajo” se hace referencia en la presente descripción a la posición respectiva de dichas capas con relación al sustrato vítreo que soporta el apilamiento de dichas capas.

- 45 De acuerdo con un modo de realización de la invención, es preferible depositar también una sobrecapa a base de nitruro de silicio o de aluminio (Si_3N_4 y AlN abreviados) o de oxinitruro de silicio o de aluminio (SiON y AlON abreviados, sin prejuzgar cantidades respectivas de Si, O y N). El ajuste del espesor de tales capas se realiza con el fin de obtener un efecto antirreflectante que permite optimizar la transmisión luminosa del acristalamiento de capas. Tales capas pueden tener también, en menor medida, un papel de protección de las capas funcionales de la invención. Sin salir del marco de la invención, también es posible de acuerdo con la invención dopar estas capas por elementos del tipo Zr, B, etc., con el fin de modificar el color en transmisión y/o en reflexión del acristalamiento, de acuerdo con procedimientos muy conocidos en la técnica.

- 50 Preferiblemente, el apilamiento de capas de acuerdo con la invención comprende entre el sustrato y la capa funcional al menos una subcapa de material dieléctrico transparente, especialmente elegido, como para la

- sobrecapa, de nitruro u oxinitruo de silicio y/o de nitruro u oxinitruo de aluminio, o incluso de óxido de silicio SiO₂. Su presencia puede permitir especialmente modular con más flexibilidad el aspecto óptico proporcionado por el apilamiento de capas a su sustrato portador. Además, en caso de tratamiento térmico ella puede constituir una barrera suplementaria, en particular con respecto al oxígeno y alcalinos del sustrato de vidrio, especies susceptibles de migrar al calor y deteriorar el apilamiento.
- 5 Una variante muy preferida de la invención puede consistir, por ejemplo, en utilizar a la vez una sobrecapa y una subcapa a base de nitruro de silicio.
- El espesor de la sobrecapa está comprendido preferiblemente entre 5 y 70 nm, en particular entre 40 y 60 nm. El espesor de la subcapa opcional está comprendido preferiblemente entre 5 y 120 nm.
- 10 Cuando se trata de una subcapa única de tipo Si₃N₄, está comprendido por ejemplo entre 30 y 50 nm.
- La subcapa y/o la sobrecapa pueden de hecho formar parte de una superposición de capas de material dieléctrico. Una u otra puede de esta manera estar asociada a otras capas de índices de refracción diferentes. Así, el apilamiento de capas puede comprender entre el sustrato y la capa funcional (o por encima de la capa funcional) una alternancia de tres capas, índice alto/índice bajo/índice alto, pudiendo ser la capa de "índice alto" (al menos 1,8 a 2) o una de ellas la subcapa de la invención de tipo Si₃N₄, AlN, y pudiendo ser la capa de "índice bajo" (inferior a 1,7 por ejemplo) de óxido de silicio SiO₂.
- 15 En particular, un modo de realización muy preferido de la invención consiste en un acristalamiento simple o múltiple que comprende un sustrato sobre el cual se deposita un apilamiento que comprende una capa funcional a base de niobio donde se superpone por ambas partes una capa de Ti, superponiéndose sobre el mismo conjunto de las capas Ti/Nb/Ti una sobrecapa a base de nitruro de silicio y una subcapa también a base de nitruro de silicio.
- 20 La invención tiene por objetivo tanto acristalamientos simples o "monolíticos", es decir, constituidos por un sustrato único, como acristalamientos múltiples aislantes de tipo acristalamiento doble. Preferiblemente, ya se trate de acristalamientos monolíticos o de acristalamientos dobles, los apilamientos de capas están dispuestos en la cara 2 (convencionalmente, se numeran las caras de los vidrios/sustratos de un acristalamiento desde el exterior hacia el interior del habitáculo/del local que equipa), y proporcionan un efecto de protección contra la radiación solar. Sin salir del marco de la invención, los apilamientos de capas pueden depositarse también en la cara 3 de los acristalamientos dobles.
- 25 La invención tiene también por objetivo el sustrato de capas hecho opaco al menos parcialmente por un revestimiento de tipo laca o esmalte, con vistas a hacer muros cortina, donde el revestimiento que lo hace opaco está en contacto directo con el apilamiento de capas. Por tanto el apilamiento de capas puede ser perfectamente idéntico para acristalamiento visión y para muro cortina.
- 30 Si la aplicación considerada más especialmente por la invención es acristalamiento para la construcción, está claro que son posibles otras aplicaciones, particularmente en acristalamientos de vehículos (excepto el parabrisas, donde se exige una transmisión luminosa muy alta), como vidrios laterales, auto-techo, luneta trasera.
- 35 La invención y sus ventajas están descritas con más detalle más adelante, mediante los siguientes ejemplos no limitativos de acuerdo con la invención y comparativos. En todos los ejemplos y en la descripción, los espesores son geométricos.
- Todos los sustratos son de vidrio claro de 6 mm de espesor de tipo Planilux comercializado por la sociedad Saint-Gobain Vitrage.
- 40 Todas las capas se depositan de manera conocida, por pulverización catódica asistida por campo magnético (magnetron): las capas de metal (Nb, Ti) se depositan a partir de blancos de metal en atmósfera inerte (100% de Ar), las capas de nitruro de silicio Si₃N₄ a partir de blanco de silicio (dopado con 8% en peso de aluminio) adecuado en una atmósfera reactiva que contiene nitrógeno (40% de Ar y 60% de N₂). Las capas de Si₃N₄ contienen, por tanto, un poco de aluminio.
- 45 **Ejemplo 1 (de acuerdo con el documento EP 1218307)**
- Este ejemplo presenta una capa funcional de Nb y subcapa y sobrecapa de Si₃N₄ de acuerdo con la secuencia siguiente:
- vidrio / Si₃N₄ (10 nm) / Nb (35 nm) / Si₃N₄ (30 nm)
- Después del depósito de las capas, el sustrato sufre el tratamiento térmico siguiente: calentamiento a 620°C durante 10 minutos y después temple.
- 50

Ejemplo 2 (comparativo)

En este ejemplo se utiliza la misma capa funcional y las otras capas igual que en ejemplo 1, depositadas sobre el mismo sustrato, pero con modificaciones en los espesores de las subcapas y sobrecapas de Si₃N₄:

vidrio / Si₃N₄ (40 nm) / Nb (10 nm) / Si₃N₄ (60 nm)

- 5 El sustrato revestido por el apilamiento sufre después el mismo tratamiento térmico que el descrito en el ejemplo 1.

Ejemplo 3 (de acuerdo con la invención)

Este ejemplo utiliza la misma secuencia de capas que en el ejemplo 2, depositada sobre el mismo sustrato, pero una capa muy fina de titanio metálico se deposita por encima de la capa funcional. El apilamiento comprende por tanto la sucesión de capas siguiente:

- 10 vidrio / Si₃N₄ (40 nm) / Nb (10 nm) /Ti (aproximadamente 1 nm)/Si₃N₄ (60 nm)

El sustrato revestido por el apilamiento sufre después el mismo tratamiento térmico que el descrito en el ejemplo 1 ó 2.

Ejemplo 4 (comparativo)

- 15 Este ejemplo utiliza la misma secuencia de capas que en el ejemplo 2, depositada sobre el mismo sustrato, pero una capa muy fina de titanio metálico se deposita por debajo de la capa funcional. El apilamiento comprende por tanto la sucesión de capas siguiente:

vidrio / Si₃N₄ (40 nm) /Ti (aproximadamente 1 nm)/ Nb (10 nm) /Si₃N₄ (60 nm)

El sustrato revestido por el apilamiento sufre después el mismo tratamiento térmico que el descrito en el ejemplo 1 ó 2.

- 20 **Ejemplo 5 (de acuerdo con la invención)**

Este ejemplo utiliza la misma secuencia de capas que en el ejemplo 2, depositada sobre el mismo sustrato, pero una capa muy fina de titanio metálico se deposita por encima y por debajo de la capa funcional. El apilamiento comprende por tanto la sucesión de capas siguiente:

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

- 25 El sustrato revestido por el apilamiento sufre después el mismo tratamiento térmico que el descrito en el ejemplo 1 ó 2.

Ejemplo 5b (de acuerdo con la invención)

Este ejemplo utiliza la misma secuencia de capas que en el ejemplo 5, depositada sobre el mismo sustrato. El apilamiento comprende por tanto la sucesión de capas siguiente:

- 30 vidrio / Si₃N₄ (40 nm) /Ti (≈1 nm)/ Nb (19 nm) /Ti (≈1 nm)/Si₃N₄ (50 nm)

El sustrato revestido por el apilamiento sufre después el mismo tratamiento térmico que el descrito en el ejemplo 1 ó 2.

Ejemplo 6 (comparativo)

- 35 Este ejemplo utiliza la misma secuencia de capas que en el ejemplo 2, depositada sobre el mismo sustrato, pero una capa muy fina de NiCr se deposita por encima y por debajo de la capa funcional. El apilamiento comprende por tanto la sucesión de capas siguiente:

vidrio /Si₃N₄ (40 nm)/NiCr (≈1 nm)/Nb (10 nm)/NiCr (≈1 nm)/Si₃N₄ (60 nm)

El sustrato revestido por el apilamiento sufre después el mismo tratamiento térmico que el descrito en el ejemplo 1 ó 2.

- 40 La tabla 1 siguiente reagrupa para los ejemplos 1 a 6 anteriores los datos medidos de transmisión óptica T_L (transmisión luminosa en % de acuerdo con el iluminante D₆₅) y el valor de emisividad α calculado de acuerdo con las normas prEN410 y NFEN 673.

Los datos se indican dos veces: antes del tratamiento térmico y después del tratamiento térmico. También se ha indicado en la tabla 1 el aumento relativo Δα, en porcentaje, del valor de emisividad α después del temple.

Tabla 1

EJEMPLO	Tratamiento térmico	Propiedades ópticas y energéticas		
		T_L	$\alpha(\%)$	$\Delta\alpha(\%)$
Ejemplo 1	Antes	11,3	14	29
	Después	18,5	18	
Ejemplo 2	Antes	41,8	39	36
	Después	37,6	55	
Ejemplo 3 (de acuerdo con la invención)	Antes	40,9	35	20
	Después	38,8	42	
Ejemplo 4	Antes	42,6	34	41
	Después	39,2	48	
Ejemplo 5 (de acuerdo con la invención)	Antes	41,7	32	16
	Después	40,3	37	
Ejemplo 5b (de acuerdo con la invención)	Antes	26,1	18	11
	Después	24,0	20	
Ejemplo 6	Antes	39,1	34	41
	Después	35,2	48	

5 Los datos indicados en la tabla 1 muestran que los ejemplos 3, 5 y 5b de acuerdo con la invención permiten proporcionar una transmisión luminosa mucho más elevada que la de los acristalamientos antisolares de la técnica anterior, manteniendo prestaciones energéticas aceptables, después de tratamiento térmico y un temple. La comparación de los valores de emisividad obtenidos después de temple para el ejemplo 4 con los valores obtenidos para los ejemplos 3, 5 y 5b muestran que se obtienen los mejores compromisos cuando una capa metálica de Ti se deposita al menos por encima de la capa funcional de Nb.

10 Los resultados obtenidos para el ejemplo 2, no conforme con la presente invención (estando el apilamiento desprovisto de capa(s) metálica(s) de Ti), son mucho menos buenos después del temple: estos apilamientos no son claramente flexibles/templables en el sentido de la invención. El tratamiento térmico deteriora de manera demasiado importante las propiedades de aislamiento térmico: los valores de emisividad de estos acristalamientos parecen por tanto mucho más elevados. Los resultados obtenidos de acuerdo con el ejemplo 6, en el que la capa metálica depositada sobre la capa funcional es esta vez de NiCr, son similares a los obtenidos para el ejemplo 2, es decir, en ausencia de capa.

15 **Ejemplo 7 (de acuerdo con la invención)**

20 Para este ejemplo se ha construido un acristalamiento múltiple a partir del sustrato del ejemplo 5 (después de temple). El acristalamiento múltiple se ensambla de acuerdo con las técnicas clásicas según una configuración 6/12/6^{claro} (aire al 100%), es decir, de tal manera que está compuesto por dos hojas de vidrio claro de 6 mm de espesor, separado por una lámina de aire de 12 mm. El apilamiento de capas está dispuesto en la cara 2 del acristalamiento doble.

25 El acristalamiento doble presenta una transmisión luminosa de 36%, pero un valor de emisividad relativamente bajo, de aproximadamente 37%, que permite la reflexión de una mayor parte de la radiación IR térmica. Las prestaciones de aislamiento energético son por tanto muy satisfactorias, habiendo sido medido el coeficiente de transferencia térmica U igual a 2,30 W.m⁻².K⁻¹. Como comparación, el coeficiente U es igual a 2,90 W.m⁻².K⁻¹ para un doble acristalamiento simple sin capas. Siempre como comparación, los acristalamientos transparentes poco emisivos de la técnica anterior, que incorporan como capa funcional una capa de plata difícilmente templable, presentan un coeficiente del orden de 1,8 W.m⁻².K⁻¹, pero son muy duraderos en términos de resistencia química y mecánica a la vez.

Ejemplo 8 (de acuerdo con la invención)

En este ejemplo se ha buscado obtener un acristalamiento múltiple a partir de un sustrato cuyas capas del apilamiento presentan espesores adaptados para maximizar esta vez las prestaciones energéticas del acristalamiento.

5 El apilamiento comprende por tanto la sucesión de capas siguiente:

vidrio / Si₃N₄ (40 nm) /Ti (≈1 nm)/ Nb (20 nm) /Ti (≈1 nm)/Si₃N₄ (54 nm)

10 El sustrato revestido por el apilamiento sufre después el mismo tratamiento térmico que el descrito anteriormente. Se ha fabricado después un acristalamiento múltiple a partir de este sustrato. De manera similar al ejemplo 7, el acristalamiento múltiple se ensambla de acuerdo con una configuración 6/12/6^{claro} (aire al 100%). El apilamiento de capas se dispone en la cara 2 del acristalamiento doble.

El acristalamiento doble presenta por tanto una transmisión luminosa, de aproximadamente 20%, más baja que la del ejemplo 5, pero un valor de emisividad mucho más bajo, de aproximadamente 18%, que permite una gran reflexión de la radiación térmica y prestaciones de aislamiento energético muy mejoradas, habiendo sido medido el coeficiente de transferencia térmica U esta vez igual a 1,98 W.m⁻².K⁻¹.

15 En conclusión, los acristalamientos de protección solar de acuerdo con la invención son muy convenientes para equipar edificios, sin excluir aplicaciones en el automóvil y todos los vehículos: vidrios laterales, traseros, auto-techo, que por otra parte pueden presentar revestimientos esmaltados. Con un apilamiento de capas fijado, especialmente de acuerdo con los valores de T_L y de aislamiento térmico investigados, se pueden fabricar por tanto acristalamientos antisolares que permiten una visión mejorada y que pueden ser flexionados/templados/recocidos y
20 que presentan una durabilidad química y mecánica muy buenas.

Sin salir del marco de la invención, también se pueden hacer muros cortina de capas esmaltadas, en vez de lacadas, lo que industrialmente es muy interesante, haciéndose el esmaltado durante el procedimiento de temple, mientras que el lacado necesita una etapa suplementaria de fabricación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sustrato vítreo transparente, que comprende al menos una hoja de vidrio dotado de un apilamiento de capas delgadas que actúan sobre la radiación solar, que presenta una transmisión luminosa superior o igual a 10% y una emisividad inferior o igual a 50% tras un tratamiento térmico tal como una flexión o un temple, **caracterizado por que** dicho apilamiento comprende:
- una capa funcional de niobio Nb, de espesor comprendido entre 5 nm y 35 nm,
 - al menos una capa de otro material, elegido en el grupo constituido por Ti, Mo, B, Al o una aleación que comprende al menos uno de estos elementos, dispuesta con respecto al sustrato vítreo por encima de la capa funcional, presentando dicha capa un espesor comprendido entre 1 nm y 5 nm.
- 10 2. Sustrato vítreo transparente de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende al menos una hoja de vidrio dotada de un apilamiento de capas delgadas que actúan sobre la radiación solar, que presenta una transmisión luminosa superior o igual a 20% y una emisividad inferior o igual a 50% tras un tratamiento térmico tal como una flexión o un temple, **caracterizado por que** dicho apilamiento comprende:
- una capa funcional de niobio Nb, de espesor comprendido entre 5 nm y 25 nm,
 - al menos una capa de otro material, elegido en el grupo constituido por Ti, Mo, B, Al o una aleación que comprende al menos uno de estos elementos, dispuesta con respecto al sustrato vítreo por encima de la capa funcional, presentando dicha capa un espesor comprendido entre 1 nm y 5 nm.
- 15 3. Sustrato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2 en el que una capa de dicho material elegido en el grupo constituido por Ti, Mo, B, Al está dispuesta por encima de la capa funcional y en el que otra capa de dicho material está dispuesta por debajo de la capa funcional.
- 20 4. Sustrato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la capa funcional a base de niobio Nb tiene un espesor comprendido entre 8 nm y 20 nm.
5. Sustrato transparente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la capa de material elegido en el grupo constituido por Ti, Mo, B, Al, tiene un espesor comprendido entre 1 nm y 3 nm.
- 25 6. Sustrato transparente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho material es Ti.
7. Sustrato transparente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el conjunto de la capa funcional y de la o de las capa(s) de dicho material está rodeado por al menos una capa suplementaria a base de nitruro de aluminio, de oxinitruro de aluminio, de nitruro de silicio, o de oxinitruro de silicio, o de una mezcla de al menos dos de estos compuestos, ajustándose el espesor de dicha(s) capa(s) suplementaria(s) para optimizar la transmisión luminosa del acristalamiento.
- 30 8. Sustrato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha(s) capa(s) suplementaria(s) son a base de nitruro de silicio y están dispuestas respectivamente por encima y por debajo de dicho conjunto.
9. Sustrato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la capa a base de nitruro de silicio dispuesta por encima de dicho conjunto es más gruesa que la capa dispuesta por debajo del conjunto en un factor de al menos 1,2, en particular en un factor de al menos 1,5 a 1,8.
- 35 10. Acristalamiento monolítico o acristalamiento doble que incorpora el sustrato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, estando dispuesto el apilamiento de capas delgadas en la cara 2 del acristalamiento monolítico o del acristalamiento doble o en la cara 3 del acristalamiento doble, numerando las caras del o de los sustratos desde el exterior hacia el interior del edificio o del habitáculo que equipan.
- 40 11. Acristalamiento monolítico o acristalamiento doble de acuerdo con la reivindicación 10, configurado para presentar una transmisión luminosa T_L superior a 10%, incluso superior a 20% o incluso superior a 30%.
12. Acristalamiento monolítico o acristalamiento doble de acuerdo con la reivindicación 11, configurado para presentar una emisividad inferior a 40%, incluso inferior a 30% o incluso inferior a 20%.
- 45 13. Panel de paramento de fachada de tipo muro cortina que incorpora al menos un sustrato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
14. Ventanilla lateral, ventanilla trasera o techo para automóviles u otro vehículo, constituida por o que incorpora un sustrato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.