

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 395**

51 Int. Cl.:

C03C 17/34 (2006.01)

C03C 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.03.2013 PCT/FR2013/050490**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2013 WO13140061**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2013 E 13715283 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2828215**

54 Título: **Acristalamiento de control solar**

30 Prioridad:

21.03.2012 FR 1252523

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

26.09.2018

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)

18 avenue d' Alsace

92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

SINGH, LAURA JANE;

PALACIOS-LALOY, AUGUSTIN y

SANDRE-CHARDONNAL, ETIENNE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 683 395 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 de control solar

5 La invención se refiere al ámbito de los sustratos o artículos de vidrio, en particular de tipo acristalamiento de edificios o automóviles, que comprende, en su superficie, revestimientos obtenidos por el apilamiento de una secuencia de capas delgadas, que les confiere propiedades de control solar, en particular propiedades de protección solar. Por acristalamiento se entiende, en el sentido de la presente invención, cualquier producto de vidrio compuesto por uno o más sustratos de vidrio, en particular, acristalamientos simples, acristalamientos dobles, acristalamientos triples, y similares. Por antisolar se entiende, en el sentido de la presente invención, la capacidad del acristalamiento de limitar selectivamente el flujo energético, en particular la radiación infrarroja (IR) proveniente de la radiación solar, que lo atraviesa desde el exterior hacia el interior de la vivienda o habitáculo, al tiempo que conserva una transmisión luminosa suficiente, es decir, normalmente superior a 40%, incluso 50% o incluso 55%. Más particularmente, la presente invención se refiere a acristalamientos dotados de apilamientos cuya capa funcional o activa, es decir, la que confiere a dicho apilamiento la principal de tales propiedades, está compuesta por un óxido mixto de indio y estaño, a menudo denominado ITO en el ámbito.

10 Tales acristalamientos dotados de apilamientos de capas delgadas actúan, por tanto, sobre la radiación solar y permiten una protección solar y/o un aislamiento térmico. Estos revestimientos se depositan convencionalmente mediante técnicas de depósito de tipo CVD para los más simples o generalmente en la actualidad mediante técnicas de depósito por pulverización al vacío de un blanco, a menudo denominada magnetron en el ámbito, en particular cuando el revestimiento está constituido por un apilamiento más complejo de capas sucesivas.

15 Generalmente, los apilamientos de capas delgadas que tienen propiedades de control solar comprenden una, incluso varias capas activas. Por capa activa se entiende una capa que actúa de manera significativa sobre el flujo de la radiación solar que pasa a través de dicho acristalamiento. Tal capa activa, de manera conocida, puede funcionar ya sea principalmente en el modo de reflexión de la radiación infrarroja o principalmente en el modo de absorción de la radiación infrarroja.

20 En particular, los apilamientos más eficientes comercializados actualmente incorporan al menos una capa metálica de tipo plata que funciona esencialmente en el modo de reflexión de la radiación IR. Estos apilamientos se consideran generalmente de baja emisividad (low-e en inglés). Sin embargo, estas capas son muy sensibles a la humedad y por tanto se usan exclusivamente en acristalamientos dobles, en la cara 2 ó 3 de éstos, para ser protegidas de la humedad. Los apilamientos según la invención no comprenden tales capas.

25 Las patentes y solicitudes de patentes de EE.UU. US 5.800.933, EP 456487 A2, EP 560534 A1 y EP 622645 A1 describen apilamientos de capas intermedias de NiCr o de Ni que rodean una capa de plata de baja emisividad. Según estas publicaciones, el uso de tales capas intermedias permite resolver los problemas de adherencia de la capa metálica de Ag a las capas dieléctricas colocadas en cualquier parte del apilamiento, como también se indica en la publicación "Airca Coating Technology, Proceedings of the 2nd Coating Technology Symposium, 12 a 14 de marzo de 1990".

30 Otras capas metálicas con función de protección solar también se han descrito en el ámbito, que comprenden capas funcionales del tipo Nb, Ta o W o nitruros de estos metales, como se describe por ejemplo en la solicitud WO 01/21540. Sin embargo, dentro de tales capas, la radiación solar es absorbida esta vez pero no selectivamente, es decir, que la radiación IR (en particular, la de longitud de onda comprendida entre aproximadamente 780 nm y 2500 nm) y la radiación visible son también absorbidas no selectivamente. Por tanto tales acristalamientos presentan selectividades, como se ilustran por la relación T_L/g , inferiores a, o a lo sumo, aproximadamente 1.

35 Según la invención y convencionalmente, la selectividad es igual a la relación del factor de transmisión luminosa/factor solar g , como se determina según la norma internacional ISO 9050 (2003).

40 De forma conocida y convencional, en la relación anterior, el factor de transmisión luminosa (a menudo denominado transmisión luminosa T_L) corresponde al porcentaje del flujo luminoso incidente, es decir, en el intervalo de longitudes de onda de 380 a 780 nm, que atraviesa el acristalamiento, según el iluminante D_{65} y según los criterios determinados en la norma internacional ISO 9050 (2003).

45 De forma conocida, en la relación anterior el factor solar FS, también denominado a menudo g , es igual a la relación de la energía que atraviesa el acristalamiento (es decir, que entra en el local) a la energía solar incidente. Más particularmente, corresponde a la suma del flujo transmitido directamente a través del acristalamiento y del flujo absorbido por el acristalamiento (incluyendo en el mismo los apilamientos de capas eventualmente presentes en una de sus superficies) y después remitidos hacia el interior (el local). El factor solar también se determina según las indicaciones descritas en la norma internacional ISO 9050 (2003).

50 En general, todas las características luminosas presentadas en la presente descripción se obtienen según los principios y métodos descritos en la norma internacional ISO 9050 (2003) relativos a la determinación de las

características luminosas y solares de los acristalamientos utilizados en el vidrio para la construcción.

La solicitud de patente de EE.UU. US 2009/0320824 describe alternativamente apilamientos basados en el uso de capas de indio dopado con estaño (ITO) como capa barrera a la radiación infrarroja. Según esta publicación, la colocación de una capa de óxido de silicio SiO_2 o de nitruro de silicio Si_3N_4 por encima de la capa de ITO mejora sustancialmente la durabilidad del apilamiento cuando éste se somete a temperaturas que pueden llegar hasta 500°C . Asimismo, se indica que la inserción de una capa de óxido de silicio SiO_2 o de nitruro de silicio Si_3N_4 por debajo de la capa de ITO permite evitar la migración de los alcalinos desde el sustrato hacia la capa de ITO y por lo tanto su deterioro. El uso de capas de óxido de silicio, con un espesor como mínimo igual a, pero en la mayoría de los casos mucho mayor que 100 nm como se indica en esta publicación, presenta, sin embargo, un problema de rentabilidad económica debido a la velocidad de depósito demasiado baja de la capa de SiO_2 por la llamada técnica de pulverización catódica con magnetrón. Por tanto, el uso de capas de nitruro de silicio parece preferible desde un punto de vista económico, siendo su velocidad de depósito aproximadamente tres veces mayor que la del óxido de silicio. Sin embargo, como se explicará con más detalle más adelante, los estudios de la sociedad solicitante han demostrado que el uso de tales capas que comprenden nitruro, en particular si el acristalamiento dotado del apilamiento tiene que someterse a un tratamiento térmico a una temperatura más alta, se traduce en la aparición de una turbidez en el acristalamiento, que lo hace inadecuado, en particular, para una utilización como acristalamiento en la construcción. Además, se ha descubierto que tal apilamiento presenta propiedades de resistencia mecánica manifiestamente insuficientes, en particular con respecto a las rayaduras, como se describirá más adelante en la presente descripción.

El objetivo principal de la presente invención es en primer lugar proporcionar acristalamientos que comprenden un apilamiento de capas que les confiere propiedades de control solar, y en particular propiedades de reflexión del infrarrojo de la radiación solar, pero que presentan una alta selectividad, en el sentido descrito anteriormente, es decir, una relación T_L/g mayor que 1,1 o incluso mayor que 1,2, siendo además duradero dicho apilamiento con el tiempo, sin tomar precauciones específicas.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar acristalamientos de control solar cuyo apilamiento de capas es capaz, en particular, después de un tratamiento térmico tal como un temple o una flexión, de conservar valores de T_L suficientemente altos para una utilización como acristalamiento "claro", y en particular una T_L del orden de al menos 40%, en particular del orden de al menos 50% e idealmente superior a 55%, sin deterioro significativo de las propiedades de reflexión de la radiación IR del apilamiento.

Por lo tanto, según otro aspecto de la presente invención, un tratamiento térmico en el acristalamiento es generalmente necesario para permitir el mejoramiento de las propiedades de reflexión de la radiación IR de la cara del acristalamiento dotada del apilamiento de capas, medidas por la emisividad normal ϵ_N descrita en la norma ISO 10292 (1994), anexo A. De una manera conocida, por ejemplo descrita en la publicación de referencia "Les techniques de l'ingénieur, Vitrage à isolation thermique renforcée [Las técnicas del ingeniero, Acristalamiento de aislamiento térmico reforzado], C3635 (2004)", esta propiedad de reflexión es directamente una función de la emisividad de la cara del acristalamiento dotada del apilamiento que comprende la capa reflectante en el IR. En particular, de forma conocida, las capas funcionales según la invención, del tipo de ITO (Óxido de Indio y Estaño, o incluso óxido mixto de indio y de estaño), después de su depósito por pulverización catódica, en general tienen que someterse a un tratamiento térmico a temperaturas del orden de 620°C durante unos minutos con el fin de mejorar la cristalinidad de las mismas y por lo tanto reducir su emisividad. La invención proporciona así acristalamientos cuya emisividad normal ϵ_N es mínima después de tal tratamiento térmico, en particular inferior a 20% y preferentemente inferior a 15%.

Por supuesto, según una propiedad esencial para su posible uso, los apilamientos de capas delgadas de los que están dotados los acristalamientos según la invención también tienen que ser suficientemente resistentes mecánicamente, en particular si tienen que ser colocados sobre una cara externa del acristalamiento. En particular, deben ser resistentes a las rayaduras que pueden ser provocadas por los distintos medios utilizados para su limpieza.

Finalmente, un acristalamiento según la invención permite, por tanto, seleccionar convenientemente la radiación que lo atraviesa, favoreciendo la transmisión de las ondas luminosas, es decir, cuya longitud de onda está comprendida entre aproximadamente 380 y 780 nm, mientras que refleja selectivamente una parte más importante de las radiaciones infrarrojas, es decir, cuya longitud de onda es mayor que 780 nm, en particular las radiaciones del infrarrojo cercano, es decir, cuya longitud de onda está comprendida entre aproximadamente 780 nm y aproximadamente 1400 nm.

Por tanto, según la invención es posible mantener una iluminación intensa de la habitación o del habitáculo protegido por el acristalamiento minimizando la cantidad de calor que entra en él debido a la radiación solar en tiempo soleado, cuyo carácter de baja emisividad permite además, en tiempo frío, minimizar la pérdida de calor a través del acristalamiento.

Según otra ventaja de la presente invención, también son mucho menos sensibles químicamente, en particular, a la humedad, y por tanto pueden ser colocados en una cara externa de un acristalamiento múltiple o en una de las caras de un acristalamiento simple, en particular su cara 2 (es decir, la orientada hacia el interior).

5 Más específicamente, la presente invención se refiere a un acristalamiento de control solar que comprende un sustrato de vidrio dotado, en una de sus caras, de un apilamiento de capas con función antisolar, en donde el apilamiento comprende la secuencia de las siguientes capas, a partir de la superficie del sustrato de vidrio:

- una capa inferior de protección de las capas superiores contra la migración de los iones alcalinos provenientes del sustrato de vidrio, de espesor comprendido entre 25 y 100 nm, preferiblemente entre 40 y 90 nm;

10 - una capa de un óxido mixto de indio y estaño (ITO), de espesor comprendido entre 100 y 250 nm, preferiblemente entre 100 y 200 nm;

- una capa superior de protección de la capa de ITO contra el oxígeno del aire, en particular durante un tratamiento térmico tal como un temple o un recocido, siendo la capa superior de un espesor comprendido entre 25 y 100 nm, preferiblemente entre 40 y 90 nm;

15 - dichas capas superior e inferior están constituidas esencialmente por un material dieléctrico seleccionado de un nitruro de silicio, un nitruro de aluminio o su mezcla;

- capas intermedias hechas de un metal que comprende cromo, eventualmente parcial o completamente oxidadas y/o nitruradas, se colocan a cada lado de y en contacto con dicha capa de ITO, estando comprendido el espesor de dichas capas intermedias entre 0,5 y 3 nanómetros.

20 Por la expresión "eventualmente parcial o totalmente oxidadas y/o nitruradas" se entiende que las capas intermedias, convencionalmente depositadas inicialmente en forma de capas totalmente metálicas por técnicas de pulverización catódica convencionales, pueden después potencialmente ser oxidadas o nitruradas, parcial o completamente, bajo el efecto de los diferentes depósitos de las capas o también de los tratamientos térmicos efectuados posteriormente. Por ejemplo, una nitruración de la capa metálica intermedia es posible según la invención cuando una capa nitrurada del apilamiento se deposita posteriormente por pulverización reactiva en presencia de nitrógeno, como para el caso del depósito de la capa protectora superior de nitruro de silicio. Del mismo modo, sin apartarse del marco de la invención, una oxidación posterior de la capa metálica intermedia es posible durante el depósito con magnetrón de la capa de ITO en presencia de oxígeno o incluso durante un tratamiento térmico posterior, después del depósito del apilamiento completo como se ha indicado anteriormente.

25 En el sentido de la presente invención, se entiende por óxido de indio-estaño (o también óxido de indio dopado con estaño o ITO por su denominación inglesa: Indium tin oxide) un óxido mixto o una mezcla obtenida a partir de los óxidos de indio (III) (In_2O_3) y de estaño (IV) (SnO_2), preferiblemente en las proporciones en peso comprendidas entre 70 y 95% para el primer óxido y 5 a 20% para el segundo óxido. Una proporción en peso típica es aproximadamente 90% en peso de In_2O_3 para aproximadamente el 10% en peso de SnO_2 .

30 Según los modos que han dado buenos rendimientos:

- El espesor de dichas capas intermedias está comprendido entre 1 y 2,5 nanómetros.

- El metal comprende al menos 10% en peso de Cr, preferiblemente al menos 20% en peso de Cr.

- El metal es una aleación de níquel y cromo.

35 - La relación en peso de Cr/Ni en la aleación está comprendida entre 10/90 y 40/60, en particular aproximadamente 20/80.

- Las capas de protección inferior y superior están constituidas esencialmente por un nitruro de silicio, eventualmente dopado por un elemento seleccionado de Al, Zr o B.

- El apilamiento comprende además, por encima de la capa superior, una capa de un óxido dieléctrico seleccionado de óxido de silicio o un óxido de titanio.

40 - El espesor de la capa de óxido dieléctrico está comprendido entre 1 y 15 nanómetros, preferiblemente aún entre 2 y 10 nanómetros.

A modo de ejemplo, un acristalamiento de control solar preferido según la invención comprende un apilamiento constituido por de la secuencia de las siguientes capas, a partir de la superficie del sustrato de vidrio:

45 - una capa inferior constituida esencialmente por nitruro de silicio y que comprende eventualmente aluminio, de espesor comprendido entre 30 y 100 nm, preferiblemente entre 40 y 90 nm;

- una primera capa intermedia de una aleación de níquel y de cromo, eventualmente parcial o completamente oxidada y/o nitrurada, de espesor comprendido entre 0,5 y 3 nm, preferiblemente entre 1 y 2,5 nm;

- una capa de ITO de espesor comprendido entre 100 y 250 nm;

5 - una segunda capa intermedia de una aleación de níquel y de cromo, eventualmente parcial o completamente oxidada y/o nitrurada, de espesor comprendido entre 0,5 y 3 nm, preferiblemente entre 1 y 2,5 nm;

- una capa superior constituida esencialmente por nitruro de silicio y que comprende eventualmente aluminio, de espesor comprendido entre 30 y 100 nm.

10 Preferiblemente, el apilamiento anterior comprende además, por encima de la capa superior, una capa de un óxido dieléctrico seleccionado de óxido de silicio o un óxido de titanio, de espesor comprendido entre 1 y 10 nm.

Los ejemplos siguientes se dan únicamente a modo de ilustración y no limitan, bajo cualquiera de los aspectos descritos, el alcance de la presente invención. Para fines de comparación, todos los apilamientos de los siguientes ejemplos se sintetizan sobre sustratos de vidrio simples. Todas las capas de los apilamientos se han depositado según las técnicas convencionales de depósitos a vacío por pulverización con magnetrón.

15 Ejemplo 1:

En este ejemplo según la invención, se ha depositado una secuencia de capas, según técnicas de magnetrón convencionales, para la obtención de un apilamiento constituido por la siguiente secuencia de capas:

	<u>Vidrio</u>	<u>/Si₃N₄</u>	<u>/NiCr</u>	<u>/ITO</u>	<u>/NiCr</u>	<u>/Si₃N₄</u>
20		<u>(56 nm)</u>	<u>(1 nm)</u>	<u>(175 nm)</u>	<u>(1 nm)</u>	<u>(70 nm)</u>

El apilamiento se deposita sobre un sustrato constituido por una hoja de vidrio, comercializada por la sociedad Saint-Gobain Glass France bajo la referencia Parsol H®, cuya transmisión luminosa inicial es igual a 0,74 y el factor g es igual a 0,60.

25 Más específicamente y de acuerdo con las técnicas habituales en el ámbito, las capas sucesivas se depositan en los compartimentos específicos y sucesivos del dispositivo de pulverización catódica, estando dotado específicamente cada compartimento, según la capa a depositar, de una atmósfera y de blancos de Si metálico, de una aleación de níquel/cromo de relación ajustada o de ITO.

30 Las capas de nitruro de silicio (a menudo representadas por Si₃N₄ en las formulaciones adjuntas por conveniencia, incluso si esta estequiometría no se considera necesariamente) se depositan en un primer compartimento del dispositivo a partir de un blanco de silicio metálico dopado con 8% en peso de aluminio, en una atmósfera reactiva que contiene argón y nitrógeno según los procesos y las condiciones de operación bien conocidos en el ámbito. Las capas de Si₃N₄ contienen por tanto una pequeña cantidad de aluminio.

35 Las capas metálicas de NiCr se obtienen por pulverización de un blanco de aleación de NiCr (80% en peso de Ni y 20% en peso de Cr) con un plasma constituido exclusivamente por argón, según los procesos y las condiciones de operación bien conocidos en el ámbito.

Las capas de ITO se obtienen por pulverización de un blanco (90% en peso de óxido de indio y 10% en peso de óxido de estaño) en una atmósfera que contiene esencialmente argón y una pequeña parte de oxígeno, según los procesos y las condiciones de operación bien conocidos en el ámbito.

40 El sustrato dotado de su apilamiento se sometió después a un tratamiento térmico que consiste en calentamiento a 620°C durante 8 minutos, seguido de un temple.

Los factores T_L y g se miden en el acristalamiento según la invención con el fin de determinar la selectividad del mismo.

45 La emisividad en incidencia normal ε_N también se mide en la cara interna del sustrato recubierto con el apilamiento de capas, según las condiciones descritas en la norma ISO 10292 (1994), anexo A.

Ejemplo 2 (comparativo):

Según esta realización, se ha procedido de manera idéntica al ejemplo 1 en el mismo dispositivo y según los mismos procesos y se ha obtenido un apilamiento sustancialmente idéntico, con la excepción de que las capas de NiCr no se

han depositado. Por tanto, el apilamiento está constituido por la siguiente secuencia de capas:

5	Vidrio	/Si ₃ N ₄	/ITO/	Si ₃ N ₄
	(56 nm)	(175 nm)	(70 nm)	

Se han medido los factores T_L , g y ϵ_N en este acristalamiento en las mismas condiciones indicadas anteriormente.

Ejemplo 3 (según la invención):

10 En este ejemplo, se ha procedido de una manera idéntica al ejemplo 1 y se ha obtenido un apilamiento sustancialmente idéntico, excepto que las capas de NiCr presentan un espesor de 1,6 nm. Por tanto, el apilamiento está constituido por la siguiente secuencia de capas:

15	Vidrio	/Si ₃ N ₄	/NiCr	/ITO	/NiCr	/Si ₃ N ₄
	(56 nm)	(1,6 nm)	(175 nm)	(1,6 nm)	(70 nm)	

Se han medido los factores T_L , g y ϵ_N en este acristalamiento en las mismas condiciones indicadas anteriormente.

Ejemplo 4 (según la invención):

20 En este ejemplo, se ha procedido de una manera idéntica al ejemplo 1 y se ha obtenido un apilamiento sustancialmente idéntico, excepto que las capas de NiCr presentan un espesor de 2,5 nm. Por tanto, el apilamiento está constituido por la siguiente secuencia de capas:

Vidrio	/Si ₃ N ₄	/NiCr	/ITO	/NiCr	/Si ₃ N ₄
(56 nm)	(2,5 nm)	(175 nm)	(2,5 nm)	(70 nm)	

Se han medido los factores T_L , g y ϵ_N en este acristalamiento en las mismas condiciones indicadas anteriormente.

25 Ejemplo 5 (comparativo):

En este ejemplo, se ha procedido de una manera idéntica al ejemplo 1 y se ha obtenido un apilamiento sustancialmente idéntico, excepto que las capas de NiCr presentan un espesor de 4,0 nm. Por tanto, el apilamiento está constituido por la siguiente secuencia de capas:

Vidrio	/Si ₃ N ₄	/NiCr	/ITO	/NiCr	/Si ₃ N ₄
(56 nm)	(4,0 nm)	(175 nm)	(4,0 nm)	(70 nm)	

Se han medido los factores T_L , g y ϵ_N en este acristalamiento en las mismas condiciones indicadas anteriormente.

30 Las características de los diferentes acristalamientos obtenidos se indican en la siguiente tabla 1:

Tabla 1

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5
Capa refl. IR	ITO	ITO	ITO	ITO	ITO
Espesor (nm) de capa refl.	175	175	175	175	175
Capas de NiCr	Sí	no	sí	sí	sí
Espesor (nm) de capas de NiCr	1	-	1,6	2,5	4,0
T _L (%)	55	63	49	46	34
g (%)	42	46	39	38	31
Selectividad (T _L /g)	1,31	1,37	1,25	1,21	1,10
ε _N (%)	13	16	13	16	13
Aspecto visual	Transparente	Turbidez en los bordes	Transparente	Turbidez muy ligera en los bordes	Turbidez en los bordes

- 5 La comparación de los datos indicados en la tabla 1 muestra que el apilamiento comparativo según el ejemplo 2 presenta la mejor selectividad, pero también una turbidez perfectamente visible en los bordes de la muestra, que hace imposible la utilización de dicho acristalamiento. El depósito de una capa más gruesa de NiCr según el ejemplo 4 se traduce además en una disminución sustancial de la selectividad, debido a una caída sustancial de la transmisión luminosa.

Pruebas de resistencia a las rayaduras:

- 10 La resistencia a las rayaduras de los apilamientos según los ejemplos 1 a 5 se mide según la técnica EST (Prueba de Rayadura de Erichsen). Se trata de indicar el valor de la fuerza aplicada necesaria, en newtons, para producir una rayadura en el apilamiento durante la realización de la prueba (punta de Van Laar, bola de acero). El valor seleccionado es el primer valor que ha originado una rayadura continua y visible a simple vista.

- 15 El valor indicado en la siguiente tabla 2 es por tanto la fuerza ejercida (en newtons) que ha originado la aparición de rayaduras continuas.

Tabla 2

	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5
Fuerza ejercida (N)	0,2	0,6	2,0	2,0

- 20 Los datos indicados en la tabla 2 muestran que los apilamientos dotados de las capas de NiCr presentan una resistencia mecánica sustancialmente mejorada en comparación con el apilamiento según el ejemplo 2 desprovisto de tales capas.

Ejemplos 6 y 7 (comparativos):

- 25 En estos ejemplos, se ha procedido de una manera idéntica al ejemplo y se ha obtenido un apilamiento sustancialmente idéntico, excepto que las capas de NiCr del ejemplo 1 se sustituyen por capas de titanio metálico de espesor, respectivamente, de 1,6 y 4,0 nm, obtenidas por pulverización de los blancos esta vez de titanio, en una atmósfera de argón.

El apilamiento según el ejemplo 6 está constituido por la siguiente secuencia de capas:

- 30 Vidrio /Si₃N₄ /Ti /ITO /Ti /Si₃N₄
 (56 nm) (1,6 nm) (175 nm) (1,6 nm) (70 nm)

ES 2 683 395 T3

El apilamiento según el ejemplo 7 está constituido por la siguiente secuencia de capas:

Vidrio /Si₃N₄ /Ti /ITO /Ti /Si₃N₄

5 (56 nm) (4,0 nm) (175 nm) (4,0 nm) (70 nm)

En este acristalamiento se han medido los factores T_L, g y ε_N en las mismas condiciones indicadas anteriormente y la resistencia de los revestimientos a las rayaduras. Los resultados se combinan en la Tabla 3 a continuación:

Tabla 3

		Ejemplo 6	Ejemplo 7
10	Capa refl. IR	ITO	ITO
	Espesor (nm) de capa refl.	175	175
	Capas de Ti	sí	sí
	Espesor (nm) de capas de Ti	1,6	4,0
15	T _L (%)	53	30
	g (%)	40	29
	Selectividad (T _L /g)	1,32	1,05
	ε _N (%)	14	15
20	Aspecto visual	Transparente	Turbidez + puntos marrones
	Fuerza ejercida para rayadura (N)	0,2	0,1

25 Se ve claramente que, a diferencia de las capas de NiCr, las capas de Ti colocadas a cada lado de la capa activa reflectante de ITO esta vez no aportan mejoramiento alguno en los rendimientos de la resistencia a las rayaduras del apilamiento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Acristalamiento de control solar que comprende un sustrato de vidrio dotado, en una de sus caras, de un apilamiento de capas de función antisolar, en donde el apilamiento comprende la secuencia de las siguientes capas, a partir de la superficie del sustrato de vidrio:
- una capa inferior de protección de las capas superiores contra la migración de los iones alcalinos provenientes del sustrato de vidrio, de espesor comprendido entre 25 y 100 nm;
 - una capa de un óxido mixto de indio y estaño (ITO), de espesor comprendido entre 100 y 250 nm;
 - 10 - una capa superior de protección de la capa de ITO contra el oxígeno del aire, en particular durante un tratamiento térmico tal como un temple o un recocido, siendo la capa superior de un espesor comprendido entre 25 y 100 nm;
- estando caracterizado dicho acristalamiento porque:
- dichas capas superior e inferior están constituidas esencialmente por un material dieléctrico seleccionado de un nitruro de silicio, un nitruro de aluminio o su mezcla;
 - 15 - capas intermedias hechas de un metal que comprende cromo, eventualmente parcial o completamente oxidadas y/o nitruradas, se colocan a cada lado de y en contacto con dicha capa de ITO, estando comprendido el espesor de dichas capas intermedias entre 0,5 y 3 nanómetros.
2. Acristalamiento según la reivindicación precedente, en el que el espesor de dichas capas intermedias está comprendido entre 1 y 2,5 nanómetros.
- 20 3. Acristalamiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el metal comprende al menos 10% en peso de Cr.
4. Acristalamiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el metal es una aleación de níquel y de cromo.
- 25 5. Acristalamiento según la reivindicación precedente, en el que la relación en peso de Cr/Ni en la aleación está comprendida entre 10/90 y 40/60.
6. Acristalamiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las capas de protección inferior y superior están constituidas esencialmente por un nitruro de silicio, eventualmente dopado con un elemento seleccionado de Al, Zr o B.
- 30 7. Acristalamiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además, por encima de la capa superior, una capa de un óxido dieléctrico seleccionado de óxido de silicio o un óxido de titanio.
8. Acristalamiento según la reivindicación precedente, en el que el espesor de la capa de óxido dieléctrico está comprendido entre 1 y 15 nanómetros.
9. Acristalamiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el apilamiento está constituido por la secuencia de las siguientes capas, a partir de la superficie del sustrato de vidrio:
- 35 - una capa inferior constituida esencialmente por nitruro de silicio y que comprende eventualmente aluminio, de espesor comprendido entre 30 y 100 nm, preferiblemente entre 40 y 90 nm;
- una primera capa intermedia de una aleación de níquel y cromo, eventualmente parcial o completamente oxidada y/o nitrurada, de espesor comprendido entre 0,5 y 3 nm, preferiblemente entre 1 y 2,5 nm;
 - una capa de ITO de espesor comprendido entre 100 y 250 nm;
- 40 - una segunda capa intermedia de una aleación de níquel y cromo, eventualmente parcial o completamente oxidada y/o nitrurada, de espesor comprendido entre 0,5 y 3 nm, preferiblemente entre 1 y 2,5 nm;
- una capa superior constituida esencialmente por nitruro de silicio y que comprende eventualmente aluminio, de espesor comprendido entre 30 y 100 nm.
- 45 10. Acristalamiento según la reivindicación precedente, que comprende además, por encima de la capa superior, una capa de un óxido dieléctrico seleccionado de óxido de silicio o un óxido de titanio, de espesor comprendido entre 1 y 10 nm.