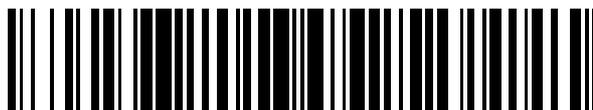


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 834**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2012 E 12787774 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2015 EP 2768784**

54 Título: **Acristalamiento de control solar que comprende una capa de una aleación Ni/Cu**

30 Prioridad:

21.10.2011 FR 1159542

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

23.02.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SINGH, LAURA JANE;
PALACIOS-LALOY, AGUSTIN y
SANDRE-CHARDONNAL, ETIENNE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 560 834 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

Acristalamiento de control solar que comprende una capa de una aleación Ni/Cu

5 La invención se refiere al campo de los sustratos o artículos de vidrio, en particular de tipo acristalamiento para edificaciones, que comprenden en su superficie revestimientos de tipo capas finas que les confieren propiedades de control solar. Un acristalamiento de este tipo puede aplicarse igualmente en el campo de la automoción. Por acristalamiento, en el sentido de la presente invención, se entiende todo producto de vidrio constituido por uno o varios sustratos de vidrio, en particular acristalamientos sencillos, acristalamientos dobles, acristalamientos triples, etc.

10 Tales acristalamientos están provistos de apilamientos de capas finas que actúan sobre la radiación solar incidente por absorción y por reflexión. Se agrupan bajo la denominación de acristalamiento de control solar. Se utilizan esencialmente para asegurar una protección solar (función antisolar) y esencialmente para asegurar un aislamiento térmico del habitáculo o la habitación (función de baja emisividad).

15 Por antisolar, se entiende entonces en el sentido de la presente invención la facultad del acristalamiento de limitar el flujo de energía, en particular la radiación infrarroja (IR) que le atraviesa desde el exterior hacia el interior de la habitación o el habitáculo.

Por cristal de baja emisividad, se entiende un acristalamiento provisto de al menos una capa funcional que le confiere una emisividad normal ϵ_n inferior a 50%, incluso inferior a 40%, estando definida la emisividad por la relación:

$$\epsilon_n = 1 - R_n,$$

20 en la que R_n es el factor de reflexión según la normal (según el anexo A de la norma internacional IS 10292) del acristalamiento.

25 De manera general, todas las características luminosas y energéticas presentadas en la presente descripción se han obtenido según los principios y métodos descritos en las normas internacionales ISO 9050 (2003) e ISO 10292 (1994) y las normas europeas EN 410 (1998) y EN 673 (1998), que se refieren a la determinación de las características luminosas, solares y energéticas de los acristalamientos utilizados en el vidrio para construcción.

30 Además, asociados con el(los) sustrato(s) de vidrio, estos revestimientos deben ser estéticamente agradables, es decir, que el acristalamiento provisto de su apilamiento debe presentar una colorimetría, tanto en transmisión como en reflexión, suficientemente neutra para no incomodar a los usuarios, o alternativamente un tinte ligeramente azul o verde buscado en particular en el campo de la edificación. Estos revestimientos, de forma clásica, se depositan por técnicas de depósito de tipo CVD para los más sencillos o, por lo general en la actualidad, por técnicas de depósito por pulverización a vacío, a menudo denominado magnétron en el campo, en particular cuando el revestimiento está constituido por un apilamiento complejo de capas sucesivas cuyos espesores no superan unos pocos nanómetros o unas docenas de nanómetros.

35 Por lo general los apilamientos en capas finas presentan propiedades de control solar esencialmente por las propiedades intrínsecas de una o varias capas activas, designadas como funcionales en la presente descripción. Por capa activa o funcional, se entiende entonces una capa que actúa de manera sensible sobre el flujo de radiación solar que atraviesa dicho acristalamiento. Una capa activa de este tipo, de manera conocida, puede funcionar o bien principalmente en modo de reflexión de la radiación infrarroja, o bien principalmente en modo de absorción de la radiación infrarroja. Por lo general, estas capas antisolares funcionan en parte por reflexión y en parte por absorción, como ya se ha explicado anteriormente.

40 Particularmente, los apilamientos con mejores prestaciones comercializados en la actualidad incorporan al menos una capa funcional metálica de tipo plata que funciona esencialmente en el modo de la reflexión de una parte principal de la radiación IR (infrarroja) incidente. Su emisividad normal no supera un pequeño porcentaje. Estos apilamientos se utilizan entonces principalmente como acristalamientos de tipo de baja emisividad (o baja-e) para el aislamiento térmico de las edificaciones. Sin embargo, estas capas son muy sensibles a la humedad y así pues se utilizan exclusivamente en acristalamientos dobles, en la cara 2 de los mismos, para protegerlos de la humedad. Los apilamientos de acuerdo con la invención no comprenden tales capas de tipo plata, ni siquiera capas de tipo oro o platino, o si acaso en cantidades muy insignificantes, en particular en forma de impurezas inevitables.

45 Se ha informado en el campo igualmente de otras capas metálicas con función antisolar, que comprenden capas funcionales de tipo Nb, Ta o W o nitruros de estos metales, tal como describe, por ejemplo, en la solicitud WO 01/21540. Dentro de tales capas, la radiación solar esta vez se absorbe mayoritariamente de manera no selectiva por la o las capas funcionales, es decir, 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 y 380 y 780 nm) se absorben sin distinción. En tales acristalamientos, los valores de la emisividad normal ϵ_n , en general, son elevados. Los valores de emisividad más bajos pueden obtenerse únicamente cuando la capa funcional es relativamente gruesa, en particular de al menos 20 nm para el niobio metálico. Respecto a la

- 5 absorción no selectiva de esta misma capa, los coeficientes de transmisión luminosa de tales acristalamientos son necesariamente muy bajos, generalmente muy inferiores a 30. Finalmente, en vista de tales características, no parece posible obtener a partir de tales apilamientos vidrios de control solar que combinen emisividades normales relativamente bajas, típicamente inferiores a 30%, y en particular del orden de 25% o incluso 20%, mientras se mantiene una transmisión luminosa suficientemente elevada, es decir, típicamente superior a 30%.
- 10 La publicación de patente EP 747 329 B2 describe apilamientos cuya capa funcional está constituida por níquel puro. Aunque el níquel es un metal ferromagnético, resulta sin embargo muy difícil y costoso depositarlo en una capa, a escala industrial, por las técnicas clásicas de depósito de tipo magnétron de pulverización, incluyendo la pulverización catódica de una diana metálica de material a depositar, utilizando las fuerzas de un campo magnético (denominado también magnétron de bombardeo).
- Para evitar este problema, la patente EP 747 329 B2 indica la posible utilización de aleaciones que comprenden mayoritariamente níquel y cromo, siendo la proporción de Ni de al menos un 10% atómico.
- La solicitud EP067257 A1 describe alternativamente la utilización como capa funcional antisolar de una aleación que comprende níquel y cobre, en proporciones de 1 a 25 por ciento en peso de níquel y de 75 a 99% en peso de cobre.
- 15 La solicitud GB 1309881 describe un cristal transparente que comprende una capa funcional que contiene mayoritariamente cobre y de 5 a 15% en masa de níquel.
- El objetivo de la presente invención es entonces proporcionar acristalamientos que comprenden un apilamiento de capas que les confieren propiedades de control solar tales como las descritas anteriormente, es decir, una transmisión luminosa T_L típicamente superior a 30%, preferiblemente superior o igual a 40, y una emisividad normal ϵ_n inferior a 30%, incluso inferior a 25%, siendo dicho apilamiento duradero en el tiempo, en particular cuando se dispone directamente sobre una cara del cristal expuesta hacia el interior o incluso el exterior de la edificación o del habitáculo, sin precauciones especiales. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar acristalamientos antisolares en los que dicho apilamiento sea capaz de experimentar un tratamiento térmico tal como un templado, una curvatura o más generalmente un tratamiento térmico a temperaturas superiores, sin perder sus propiedades ópticas y energéticas. En particular, los acristalamientos provistos de capas de acuerdo con la invención presentan y conservan después del tratamiento térmico, en particular en transmisión o en reflexión, un color sensiblemente neutro o incluso un tinte azul-verdoso poco intenso, tal como el que se busca en particular en el sector de la edificación. Por color neutro o tinte azul-verdoso, en el sentido de la presente invención se entiende, en el sistema de colorimetría LAB (L^* , a^* , b^*), valores a^* y b^* inferiores o próximos a 10 y preferiblemente negativos.
- 20 30 Un cristal de acuerdo con la invención permite seleccionar igualmente la radiación que le atraviesa, favoreciendo sobre todo la transmisión de las ondas luminosas, es decir, cuya longitud de onda está comprendida entre aproximadamente 380 y 780 nm y limitando la trayectoria de la radiación infrarroja, cuya longitud de onda es superior a 780 nm.
- De acuerdo con la invención, resulta entonces posible mantener una fuerte iluminación de la sala o del habitáculo protegido por el cristal, minimizando la cantidad de calor que entra.
- 35 De acuerdo con otro aspecto, el cristal de acuerdo con la presente invención presenta igualmente propiedades de aislamiento térmico gracias a las propiedades de baja emisividad de la capa utilizada, que permiten limitar los intercambios de calor entre el interior y el exterior de la edificación.
- De acuerdo con otra ventaja de la presente invención, los acristalamientos provistos de apilamientos de acuerdo con la invención son sencillos de producir, con respecto a otros acristalamientos conocidos con propiedades antisolares, en particular aquellos que comprenden un apilamiento basado en plata.
- 40 Además, son resistentes a la humedad y al rayado. Pueden utilizarse entonces ventajosamente en acristalamientos sencillos (un único sustrato de vidrio), estando el apilamiento dirigido ventajosamente hacia la cara interna de la edificación o del habitáculo a proteger.
- 45 De forma más precisa, la presente invención se refiere a un acristalamiento con propiedades de control solar que comprende al menos un sustrato de vidrio sobre el que se deposita un apilamiento de capas, comprendiendo dicho apilamiento una capa constituida por una aleación que comprende o está constituida por níquel y cobre, en la que el porcentaje atómico de cobre es superior a 1% e inferior a 25% y en la que el porcentaje atómico de níquel es superior a 75% e inferior a 99%. Dicha capa que está constituida por una aleación que comprende níquel y cobre es la capa funcional del apilamiento, es decir, es el origen de las propiedades de control solar del vidrio, o al menos de la parte fundamental de dichas propiedades.
- 50 De acuerdo con los modos de realización preferidos de la presente invención que, evidentemente llegado el caso, pueden combinarse entre sí:
- 55 - El porcentaje atómico de cobre en la aleación está comprendido entre 2% y 20%, por ejemplo entre 5 y 10% o incluso entre 2 y 5%.

ES 2 560 834 T3

- El porcentaje atómico de níquel en la aleación está comprendido entre 80% y 95%.
- El espesor de dicha capa funcional está comprendido entre 5 y 25 nanómetros, preferiblemente entre 10 y 20 nanómetros.
- 5 - La aleación está constituida únicamente de níquel y cobre, no estando presentes los otros elementos más que en forma de impurezas inevitables.
- El apilamiento está constituido por la sucesión de las siguientes capas, desde la superficie del sustrato de vidrio:
 - una o varias capas inferiores de protección de la capa funcional contra la migración de los iones alcalinos desde el sustrato de vidrio, de espesor geométrico, en total, comprendido entre 5 y 150 nm,
 - dicha capa funcional constituida por dicha aleación que comprende o está constituida por níquel y cobre,
 - 10 - una o varias capas superiores de protección de la capa funcional contra el oxígeno del aire, en particular durante un tratamiento térmico tal como un templado o un recocido, teniendo dicha o dichas capas un espesor geométrico, en total, comprendido entre 5 y 150 nm.
 - La o las capas de protección inferiores y superiores se seleccionan de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B, nitruro de aluminio AlN, óxido de estaño, un óxido mixto de zinc o de estaño $\text{Sn}_y\text{Zn}_z\text{O}_x$, óxido de silicio SiO_2 , óxido de titanio no dopado TiO_2 , oxinitruros de silicio SiO_xN_y .
 - 15 - El apilamiento comprende la sucesión de las siguientes capas, desde la superficie del sustrato de vidrio:
 - una capa inferior que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, preferiblemente entre 30 y 70 nm, de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B o de nitruro de aluminio AlN,
 - dicha capa funcional constituida por dicha aleación que comprende o está constituida por níquel y cobre,
 - 20 - una capa superior que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, preferiblemente entre 30 y 70 nm, de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B o de nitruro de aluminio AlN.
 - El apilamiento comprende al menos dos capas funcionales constituidas por dicha aleación que comprende o está constituida por níquel y cobre tal y como se ha descrito anteriormente, estando separada cada una de dichas capas en el apilamiento de la siguiente por al menos una capa intermedia de un material dieléctrico.
 - 25 - Dicha capa intermedia comprende al menos una capa de un material seleccionado de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B, nitruro de aluminio AlN, óxido de estaño, un óxido mixto de zinc o de estaño $\text{Sn}_y\text{Zn}_z\text{O}_x$, óxido de silicio SiO_2 , óxido de titanio no dopado TiO_2 , oxinitruros de silicio SiO_xN_y .
 - El apilamiento comprende la sucesión de las siguientes capas, desde la superficie del sustrato de vidrio:
 - una capa inferior que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, preferiblemente entre 30 y 70 nm, de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B o de nitruro de aluminio AlN,
 - 30 - una primera capa funcional constituida por dicha aleación que comprende o está constituida por níquel y cobre tal y como se ha descrito anteriormente, estando el espesor de dicha capa funcional comprendido en particular entre 5 y 25 nm, preferiblemente entre 5 y 10 nm,
 - una capa intermedia que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, preferiblemente entre 5 y 50 nm, más particularmente entre 5 y 15 nm, que comprende al menos una capa de un material seleccionado de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B, nitruro de aluminio AlN, óxido de estaño, un óxido mixto de zinc o de estaño $\text{Sn}_y\text{Zn}_z\text{O}_x$, óxido de silicio SiO_2 , óxido de titanio no dopado TiO_2 , oxinitruros de silicio SiO_xN_y , preferiblemente de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B,
 - 35 - una segunda capa funcional constituida por dicha aleación que comprende o está constituida por níquel y cobre, estando el espesor de dicha capa funcional comprendido en particular entre 5 y 25 nm, preferiblemente entre 5 y 10 nm,
 - una capa superior que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, preferiblemente entre 30 y 70 nm, de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B o de nitruro de aluminio AlN.
 - 40 - El apilamiento comprende, entre otras, capas protectoras complementarias de la capa o capas funcionales, constituidas de un metal seleccionado del grupo constituido por Ti, Mo, Al o de una aleación que comprende al menos uno de estos elementos, estando dispuestas dichas capas protectoras complementarias en contacto y respectivamente encima y debajo de la capa o capas funcionales, y teniendo un espesor geométrico comprendido entre aproximadamente 1 nm y aproximadamente 5 nm. Preferiblemente, dichas capas protectoras complementarias están constituidas de Ti.
 - 45

Un procedimiento de fabricación de un acristalamiento antisolar comprende, por ejemplo, las siguientes etapas:

- fabricar un sustrato de vidrio,
- depositar sobre el sustrato de vidrio un apilamiento de capas por una técnica de pulverización catódica a vacío asistida por magnétron, obteniéndose la capa funcional antisolar por pulverización de una diana constituida por una aleación de níquel y cobre, estando comprendido el porcentaje atómico de cobre en la aleación entre 1% y 25%, en particular entre 5 y 20%, en una atmósfera residual de un gas neutro tal como argón.

Mediante la expresión « que no comprende », se entiende en el sentido de la presente descripción que la aleación constituida por la capa funcional comprende únicamente o muy mayoritariamente los elementos cobre y níquel, no estando presentes los otros elementos más que en una concentración muy minoritaria que no influye nada o casi nada sobre las propiedades buscadas del material. Por el término « impurezas inevitables » se entiende entonces que la presencia en la aleación de níquel y cobre de ciertos elementos complementarios, en particular metálicos, no se puede evitar debido típicamente a la presencia de estas impurezas en las fuentes de cobre y de níquel inicialmente utilizadas o debido al modo de depósito de la capa de níquel y de cobre. En general, la proporción atómica de cada uno de los elementos considerados como impureza en la aleación es inferior a 1%, preferiblemente es inferior a 0,5% y de manera muy preferida es inferior a 0,1% atómico.

Los siguientes ejemplos se dan a título meramente ilustrativo y no limitan ninguno de los aspectos descritos en el alcance de la presente invención. Con fines comparativos, todos los apilamientos de los siguientes ejemplos se sintetizan sobre el mismo sustrato de vidrio Planilux®. Todas las capas de los apilamientos se han depositado según las técnicas clásicas bien conocidas de depósito a vacío por magnétron de pulverización.

Ejemplo 1 (de acuerdo con la invención):

En este ejemplo de acuerdo con la invención, se ha depositado, según las técnicas de magnétron clásicas, sobre un sustrato de vidrio de tipo Planilux® comercializado por la empresa solicitante, un apilamiento constituido por la secuencia de capas siguientes:

Vidrio	/Si ₃ N ₄	/Ni ₈₀ Cu ₂₀ *	/Si ₃ N ₄
	(52 nm)	(15 nm)	(54 nm)
*80% atómico de níquel, 20% atómico de cobre			

La capa metálica funcional de NiCu se obtiene por la técnica de magnétron de pulverización a partir de una diana constituida por una aleación que comprende aproximadamente 80% atómico de níquel y aproximadamente 20% atómico de cobre. No se ha observado ninguna dificultad durante el depósito de la capa por las técnicas de pulverización asistida por campo magnético (magnétron).

Se ha verificado por análisis con microsonda de Castaing (denominado también EPMA o microanalizador de sonda de electrones) y SIMS (espectrometría de masas con ionización secundaria) de la capa finalmente obtenida que la composición de la capa metálica finalmente obtenida corresponde sensiblemente a la composición de la diana inicial.

El sustrato provisto de su apilamiento se somete entonces a un tratamiento térmico que consiste en un calentamiento a 650°C durante ocho minutos seguido de un templado. Este tratamiento es representativo de las condiciones experimentadas por el vidrio si este se va a templar.

Sobre este acristalamiento de acuerdo con la invención, se ha medido el factor de transmisión luminosa T_L y la emisividad normal antes y después del tratamiento térmico, según las normas descritas anteriormente.

Ejemplo 2 (de acuerdo con la invención):

En este ejemplo de acuerdo con la invención, se ha depositado sobre un sustrato de vidrio de tipo Planilux®, según las técnicas de magnétron y a partir de una diana de una aleación apropiada de níquel y cobre, un apilamiento constituido por la secuencia de capas siguientes:

Vidrio	/Si ₃ N ₄	/Ni ₉₃ Cu ₇	/Si ₃ N ₄
	(52 nm)	(15 nm)	(54 nm)

No se ha observado ninguna dificultad durante el depósito de la capa por las técnicas de magnétron, a pesar de la fuerte concentración de níquel en la aleación.

Ejemplo 3 (comparativo):

5 En este ejemplo, se ha realizado en la práctica de forma idéntica al ejemplo 1, y se ha obtenido un apilamiento sensiblemente idéntico por la técnica de magnétron de pulverización, con la excepción de la diana utilizada para el depósito de la capa funcional que esta vez estaba constituida por una aleación de níquel y de cromo, conforme a las enseñanzas de la patente EP 747 329 B2, ejemplo 22.

De forma más precisa, se ha depositado, según las técnicas de magnétron clásicas, sobre el mismo sustrato de vidrio de tipo Planilux®, un apilamiento constituido por la secuencia de capas siguientes:

Vidrio	/Si ₃ N ₄	/Ni ₈₀ Cr ₂₀ *	/Si ₃ N ₄
(52 nm)	(15 nm)	(54 nm)	
*80% atómico de níquel, 20% atómico de cromo			

La capa metálica funcional de NiCr obtenida está constituida por una aleación de 80% atómico de níquel y 20% atómico de cromo.

10 Ejemplo 4 (comparativo):

En este ejemplo comparativo, para obtener un acristalamiento de control solar tal como describe en la publicación EP 0067257, se ha depositado sobre un sustrato de vidrio de tipo Planilux®, según las mismas técnicas de magnétron, el siguiente apilamiento, cuya capa activa, es decir, aquella que actúa sobre la radiación solar que atraviesa dicho acristalamiento, es una capa de una aleación Ni-Cu cuya proporción de cobre es muy mayoritaria:

Vidrio	/Si ₃ N ₄	/Ni ₂₅ Cu ₇₅ *	/Si ₃ N ₄
(55 nm)	(15 nm)	(50 nm)	
*25% atómico de níquel, 75% atómico de cromo			

15 Los valores de las mediciones efectuadas sobre las muestras de acuerdo con los ejemplos 1 y 2 de acuerdo con la invención y de acuerdo con los ejemplos 3 y 4 comparativos se agrupan en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1

		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4
Capa funcional		Ni ₈₀ Cu ₂₀	Ni ₉₃ Cu ₇	Ni ₈₀ Cu ₂₀	Ni ₂₅ Cu ₇₅
Espesor de la capa activa (nm)		15	15	15	17
T _L (%)	Antes del templado	40	48	38	29
	Después del templado	40	48	42	28
ε _N (%)	Antes del templado	29	24	48	20
	Después del templado	25	19	38	20
Coeficiente de rendimiento (T _L /ε _N)		1,6	2,5	1,1	1,4

20 Ejemplos 5 a 9:

25 Para verificar la resistencia química de las capas funcionales depositadas de acuerdo con los ejemplos anteriores, se procedió al depósito de las mismas con diferentes composiciones de aleación, siempre por la técnica de magnétron, sobre una sub-capa de 10 nm de nitruro de silicio depositada previamente sobre la superficie del vidrio. El espesor de la capa funcional es de 10 nm para cada muestra. El ensayo hidrolítico descrito anteriormente se realiza entonces de forma práctica sobre los sustratos y la evolución de la resistencia por metro cuadrado de las capas se mide después de 4 días y 60 días de exposición. Los resultados se dan en la siguiente tabla 2:

Tabla 2

		Ejemplo5	Ejemplo6	Ejemplo7	Ejemplo8
Capa funcional		Ni ₈₀ Cu ₂₀	Ni ₉₃ Cu ₇	Ni ₈₀ Cr ₂₀	Ni ₂₅ Cu ₇₅
Resistividad (μQ.cm)	inicial	43	27	115	43
	4 días	46	31	120	aislante
	60 días	49	32	124	aislante

La comparación de los datos presentados en las tablas 1 a 2 demuestra las ventajas y la superioridad ligadas con la utilización de una capa funcional de acuerdo con la invención.

5 En particular:

Por comparación de los datos presentados en la tabla 1, se pone de manifiesto que los acristalamientos que comprenden una capa funcional de acuerdo con la invención presentan el mejor compromiso entre las propiedades de aislamiento energético y las propiedades luminosas, es decir, los valores más fuertes del coeficiente de rendimiento (T_L/ϵ_N).

10 Más en particular, la comparación de los ejemplos 1 o 2 de acuerdo con la invención con el ejemplo 3 dado a título comparativo demuestra que los acristalamientos provistos de las capas funcionales constituidas por la aleación de tipo NiCu de acuerdo con la invención presentan propiedades ópticas superiores con respecto a aquellos ya conocidos que comprenden una capa de una aleación correspondiente de níquel y de cromo. Adicionalmente, se observa en la tabla 1 que el coeficiente ϵ_n de los acristalamientos es significativamente más bajo para los
15 acristalamientos provistos de la capa funcional de acuerdo con la invención, aunque la transmisión luminosa T_L es más elevada.

El acristalamiento provisto del apilamiento de acuerdo con el ejemplo 4 comparativo, en el que la capa funcional está constituida por una aleación Ni-Cu que comprende mayoritariamente cobre, presenta un coeficiente de rendimiento que se parece al de los acristalamientos de acuerdo con la invención. Sin embargo, los datos presentados en la
20 tabla 2 indican que una capa de este tipo no puede garantizarse como duradera en el tiempo, siendo su resistencia hidrolítica bastante baja.

De acuerdo con otra ventaja, los apilamientos antisolares de acuerdo con la presente invención, cuya capa activa está basado en una aleación Ni-Cu cuyo espesor es relativamente bajo, es decir, del orden de 10 a 20 nanómetros, son extremadamente sencillos y poco costosos de fabricar, en particular por la técnica de depósito a vacío por
25 pulverización catódica asistida por magnétron: un bajo espesor de la capa de aleación permite, en efecto, una ganancia de productividad no insignificante, siendo la velocidad de desplazamiento del sustrato en la cámara de depósito una función directa del espesor deseado de dicha capa.

Se ha medido igualmente, esta vez sobre una muestra preparada de acuerdo con el ejemplo 1, la resistencia hidrolítica del apilamiento de las capas (simulación climática) de acuerdo con el siguiente ensayo:

30 En una cámara cerrada, el acristalamiento provisto de su apilamiento se somete a condiciones de humedad y temperatura severas (95% de humedad relativa a 50°C) durante una duración total de 28 días, para provocar el envejecimiento acelerado. El ensayo se realiza de forma práctica sobre una primera muestra de acuerdo con el ejemplo 1 que no ha experimentado aún el tratamiento térmico final y sobre una segunda muestra llevada finalmente a 620°C durante 8 minutos.

35 Se mide la emisividad normal del apilamiento antes de comenzar el ensayo y después de 8, 20 y 28 días de ensayo.

No se ha detectado ninguna modificación del valor inicial medido de la emisividad normal al cabo de 8, 20 y 28 días de ensayo.

40 El ensayo de durabilidad anterior demuestra que tales apilamientos pueden depositarse sin dificultad en la cara 2 de un acristalamiento sencillo, sin riesgo de degradación de este último, por acción química (humedad) o incluso por acción mecánica (abrasión del apilamiento).

Las características colorimétricas en el sistema L*, b*, a* de los vidrios de acuerdo con el ejemplo 1, se han medido en transmisión, y en reflexión (lado exterior) antes y después del recocido y el templado. Los datos medidos se presentan en la siguiente tabla 3:

Tabla 3

Ejemplo		TRANSMISIÓN LUMINOSA			REFLEXIÓN LUMINOSA		
		T _L	a* _T	b* _T	R _{Lex}	a* _{Rext}	b* _{Rext}
Ejemplo 1	Antes del templado	40	-5,4	3,3	21	0,2	-7,9
	Después del templado	40	-5,1	2,4	21	0,2	-7,5

5 Los datos presentados en la tabla 3 demuestran las propiedades ideales de colorimetría de los acristalamientos provistos de los apilamientos de acuerdo con la invención: los parámetros a* y b* de acuerdo con el ejemplo 1 son relativamente bajos, tanto en transmisión como en reflexión. De tales propiedades colorimétricas resulta un color neutro o azul-verdoso poco intenso de los acristalamientos, tal como el que se busca actualmente en el campo de la edificación.

10 En el sistema colorimétrico L*, a*, b* y bajo una incidencia normal, la variación de color del vidrio en transmisión ligada con el tratamiento térmico, se ha cuantificado utilizando la magnitud ΔE utilizada clásicamente y definida por la relación:

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

15 Todos los ensayos efectuados por el solicitante han demostrado que dicha magnitud ΔE es siempre inferior a 3 y, por lo general, inferior a 2 para los acristalamientos de acuerdo con la invención, lo que prueba que el sustrato revestido con un apilamiento de este tipo puede experimentar tratamientos térmicos opcionalmente seguidos de un templado sin que sus propiedades ópticas, y en particular su color percibido, se modifiquen sensiblemente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Acristalamiento con propiedad de control solar que comprende al menos un sustrato de vidrio sobre el que se deposita un apilamiento de capas, comprendiendo dicho apilamiento una capa constituida por una aleación que comprende níquel y cobre, aleación en la que el porcentaje atómico de cobre es superior a 1% e inferior a 25% y en la que el porcentaje atómico de níquel es superior a 75% e inferior a 99%.
2. Acristalamiento antisolar según la reivindicación 1, en el que el porcentaje atómico de cobre en la aleación está comprendido entre 5% y 20%.
3. Acristalamiento antisolar según la reivindicación 1, en el que el porcentaje atómico de níquel en la aleación está comprendido entre 80% y 95%.
- 10 4. Acristalamiento antisolar según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el espesor de dicha capa funcional está comprendido entre 5 y 25 nanómetros, preferiblemente entre 10 y 20 nanómetros.
5. Acristalamiento antisolar según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la aleación solo comprende níquel, cobre e impurezas inevitables.
- 15 6. Acristalamiento antisolar según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el apilamiento está constituido por la sucesión de las siguientes capas, desde la superficie del sustrato de vidrio:
- una o varias capas inferiores de protección de la capa funcional contra la migración de los iones alcalinos desde el sustrato de vidrio, de espesor geométrico, en total, comprendido entre 5 y 150 nm,
 - dicha capa funcional constituida por dicha aleación,
 - una o varias capas superiores de protección de la capa funcional contra el oxígeno del aire, en particular durante un tratamiento térmico tal como un templado o un recocido, teniendo dicha o dichas capas un espesor geométrico, en total, comprendido entre 5 y 150 nm.
- 20
7. Acristalamiento antisolar según la reivindicación anterior, en el que la o las capas de protección inferiores y superiores se seleccionan de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B, nitruro de aluminio AlN, óxido de estaño, un óxido mixto de zinc o de estaño $\text{Sn}_y\text{Zn}_z\text{O}_x$, óxido de silicio SiO_2 , óxido de titanio no dopado TiO_2 , oxinitruros de silicio SiO_xN_y .
- 25
8. Acristalamiento antisolar según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el apilamiento comprende la sucesión de las siguientes capas, desde la superficie del sustrato de vidrio:
- una capa inferior que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, preferiblemente entre 30 y 70 nm, de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B o de nitruro de aluminio AlN,
 - dicha capa funcional constituida por dicha aleación,
 - una capa superior que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, preferiblemente entre 30 y 70 nm, de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B o de nitruro de aluminio AlN.
- 30
9. Acristalamiento antisolar según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el apilamiento comprende al menos dos capas funcionales constituidas por dicha aleación que comprende o está constituidas por níquel y cobre, estando separada cada una de dichas capas en el apilamiento de la siguiente por al menos una capa intermedia de un material dieléctrico.
- 35
10. Acristalamiento antisolar según la reivindicación anterior, en el que dicha capa intermedia comprende al menos una capa de un material seleccionado de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B, nitruro de aluminio AlN, óxido de estaño, un óxido mixto de zinc o de estaño $\text{Sn}_y\text{Zn}_z\text{O}_x$, óxido de silicio SiO_2 , óxido de titanio no dopado TiO_2 , oxinitruros de silicio SiO_xN_y .
- 40
11. Acristalamiento antisolar según la reivindicación anterior, en el que el apilamiento comprende la sucesión de las siguientes capas, desde la superficie del sustrato de vidrio:
- una capa inferior que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, preferiblemente entre 30 y 70 nm, de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B o de nitruro de aluminio AlN,
 - una primera capa funcional constituida esencialmente por dicha aleación que comprende o está constituida por níquel y cobre,
 - una capa intermedia que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, que comprende al menos una capa de un material seleccionado de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B, nitruro de aluminio AlN, óxido de estaño, un óxido mixto de zinc o de estaño $\text{Sn}_y\text{Zn}_z\text{O}_x$, óxido de silicio SiO_2 , óxido de titanio no dopado TiO_2 , oxinitruros de silicio SiO_xN_y , preferiblemente de nitruro de silicio opcionalmente dopado,
- 45
- 50

- una segunda capa funcional constituida esencialmente por dicha aleación que comprende o está constituida por níquel y cobre,
 - una capa superior que tiene un espesor comprendido entre 5 y 150 nm, preferiblemente entre 30 y 70 nm, de nitruro de silicio opcionalmente dopado con Al, Zr, B o de nitruro de aluminio AlN.
- 5 12. Acristalamiento antisolar según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el apilamiento comprende además capas protectoras de un metal seleccionado del grupo constituido por Ti, Mo, Al o de una aleación que comprende al menos uno de estos elementos, estando dispuestas dichas capas en contacto y por encima y por debajo de la capa o capas funcionales, teniendo cada capa protectora un espesor geométrico comprendido entre aproximadamente 1 nm y aproximadamente 5 nm.