



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 351 854**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03077200 .8**

96 Fecha de presentación : **22.12.1995**

97 Número de publicación de la solicitud: **1382583**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.01.2004**

54 Título: **Obtención de sustratos abombados, recocidos o templados de vidrio revestidos de un apilamiento de capas delgadas, con propiedad de reflexión en el infrarrojo y/o en el campo de la radiación solar.**

30 Prioridad: **23.12.1994 FR 94 15566**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.02.2011

73 Titular/es: **SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE**
18, avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es: **Guiselin, Olivier;**
Macquart, Philippe y
Rondeau, Veronique

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 351 854 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

- 1 -

La invención se refiere a la obtención de sustratos transparentes, en particular de vidrio, revestidos por un apilamiento de capas delgadas que comprende al menos una capa metálica que puede actuar sobre la radiación solar y/o sobre la radiación infrarroja de gran longitud de onda que es abombado, recocido o templado.

5 La invención se refiere también a la utilización de tales sustratos para fabricar acristalamientos de aislamiento térmico y/o de protección solar, más adelante denominados con el término de acristalamientos "funcionales". Esos acristalamientos pueden equipar tanto edificios como vehículos, en particular para disminuir el esfuerzo de climatización y/o reducir un sobrecalentamiento excesivo ocasionado por la
10 importancia siempre creciente de las superficies acristaladas en habitaciones y habitáculos.

Un tipo de apilamiento de capas delgadas conocido para conferir a sustratos transparentes propiedades térmicas, muy particularmente baja emisividad, está
15 constituido principalmente por una capa metálica, en particular de plata, dispuesta entre dos revestimientos de material dieléctrico del tipo óxido metálico. Se le fabrica generalmente por una sucesión de depósitos realizados por una técnica que utiliza el vacío, como pulverización catódica eventualmente asistida por campo magnético. Se pueden prever también dos capas metálicas muy finas por ambos lados de la capa de plata, la capa subyacente como capa de fijación o de nucleación, y la sobrecapa como
20 capa de protección o "sacrificial" con el fin de evitar la oxidación de la plata, si la capa de óxido situada encima está depositada por pulverización reactiva en presencia de oxígeno.

Si la capa de plata determina esencialmente las prestaciones térmicas, antisolares y/o de baja emisividad del acristalamiento final, las capas de material
25 dieléctrico desempeñan varias funciones, puesto que actúan en primer lugar sobre el aspecto óptico del acristalamiento obtenido de manera interferencial. Protegen además a la capa de plata de las agresiones químicas y/o mecánicas, así la patente francesa FR-B-2 641 271 describe un apilamiento en el que la capa de plata está intercalada entre dos revestimientos de material dieléctrico, estando constituido cada
30 uno de esos revestimientos por una pluralidad de capas de óxidos metálicos. El revestimiento subyacente a la capa de plata se compone de tres capas de óxidos superpuestas, entre ellas una capa de óxido de estaño, siendo la adyacente a la capa de plata de óxido de zinc y tiene según ese documento un efecto de protección de la plata, en particular haciéndola menos vulnerable al ataque por el oxígeno. En cambio,
35 el espesor de la capa de óxido de zinc es débil, porque el óxido de zinc, poco resistente por otra parte, puede en cantidad demasiado grande fragilizar el conjunto

del apilamiento. Las capas de material dieléctrico que enmarcan la capa de plata la protegen así de las agresiones y pueden incluso permitir optimizar su calidad mejorando su anclaje, como se describe en la solicitud de patente EP-A-0 611 213.

Actualmente se exige cada vez más que esos acristalamientos funcionales de
5 baja emisividad o antisolares presenten también características inherentes a los
mismos sustratos, en particular estéticas (que puedan ser torneados), mecánicas (que
sean más resistentes), o de seguridad (que no hieran en caso de rotura). Eso necesita
someter los sustratos vítreos a tratamientos térmicos conocidos en sí mismos del tipo
abombamiento, recocido, temple. Si se realizan sobre sustratos ya revestidos por
10 apilamiento, sin precaución o adaptación de las capas delgadas, tienden a degradar
irreversiblemente la capa de plata, a deteriorar completamente sus propiedades
térmicas, y esto por múltiples razones: bajo el efecto del calor, la capa de plata se
oxida por difusión de oxígeno de la atmósfera a través de las capas situadas encima
de ella. También puede tender a oxidarse por difusión del oxígeno del vidrio a través
15 de las capas subyacentes. Por último, puede además tender a alterarse por contacto
con iones alcalinos del tipo iones sodio Na^+ que migran del vidrio a través de las capas
subyacentes. Se pueden facilitar y amplificar las difusiones de oxígeno o de iones
alcalinos por deterioro o modificación estructural de las mismas capas de óxidos bajo
el efecto del calor.

20 Una primera solución ha consistido en aumentar de manera muy significativa
los espesores de las dos capas finas metálicas, mencionadas anteriormente, en
ambos lados de la capa de plata. Siendo suficientemente gruesas, pueden
efectivamente "hacer pantalla" y proteger la capa de plata. Si se logra así conservar
prácticamente inalteradas las propiedades térmicas del apilamiento, en particular su
25 emisividad, se modifican en cambio las propiedades ópticas: oxidándose ampliamente
las dos capas metálicas "en lugar de" la capa de plata, provocan en particular un gran
aumento de la transmisión luminosa T_L . Se puede obtener así un acristalamiento poco
emisivo templado después del depósito de capas presentando un valor de la T_L
superior a 80%, mientras que ésta era claramente inferior a este valor antes del
30 temple. Se podrá referirse en particular a la solicitud de patente EP-A-0 506 507 para
la descripción de un tal apilamiento "templable", con una capa de plata dispuesta entre
una capa de estaño y una capa de níquel-cromo. Pero está claro que antes de haber
sufrido el temple, el acristalamiento revestido por un tal apilamiento era hasta entonces
considerado más bien como un producto "semi-acabado", inutilizable tal cual, en vista
35 de su valor de transmisión luminosa aproximadamente de 60% a 70% poco compatible

con las exigencias actuales del mercado para acristalamientos poco emisivos muy transparentes.

El inconveniente que se deriva de ello es que por tanto es indispensable desarrollar y fabricar, en paralelo, dos tipos de apilamientos de capas poco emisivas y/o antisolares, uno para acristalamientos no templados, el otro para acristalamientos
5 destinados a ser templados o abombados, lo que es complicado tanto en términos de esfuerzos de investigación y desarrollo como de gestión de existencias en producción, en particular.

El objetivo de la invención es por tanto paliar este inconveniente, investigando poner a punto un nuevo tipo de apilamiento poco emisivo o antisolar de capas
10 delgadas que sea competitivo en términos de propiedades ópticas y térmicas, y que conserve esas prestaciones, se someta después o no su sustrato portador a un tratamiento térmico de tipo temple o abombamiento.

La invención tiene por objetivo la utilización de un sustrato transparente (1), en particular de vidrio, dotado de un apilamiento de capas delgadas que comprende al
15 menos una capa metálica (4) a base de plata con propiedades en el infrarrojo, en particular poco emisiva, y dos revestimientos a base de material dieléctrico, situados, uno debajo (8) y el otro encima (9) de la capa con propiedades en el infrarrojo, así como una capa metálica de protección (5) colocada inmediatamente encima y en
20 contacto con la capa de propiedades en el infrarrojo, y opcional salvo en caso de depósito de la capa siguiente por pulverización reactiva en presencia de oxígeno con vistas a depositar un óxido,



comprendiendo por una parte el segundo revestimiento (9), a base de material
25 dieléctrico, una capa barrera (7) a la difusión del oxígeno elegida entre uno de los materiales siguientes: SiO_2 , SiO_xC_y , SiO_xN_y , Si_3N_4 o AlN , carburos como SiC , TiC , CrC , TaC , de un espesor de al menos 10 nanómetros,



y por otra parte comprendiendo el primer revestimiento a base de material
30 dieléctrico (8) al menos una capa barrera (2) a la difusión de los iones alcalinos y oxígeno, elegido entre uno de los materiales siguientes: SiO_xV_y , SiO_xC_y , Si_3N_4 o AlN , carburos tales como CrC , SiC , TiC , TaC ,



y comprendiendo el primer revestimiento a base de material dieléctrico (8)
35 también justo debajo de la capa metálica (4) con propiedades en el infrarrojo una capa

de anclaje (3) a base de óxido de zinc ZnO en contacto directo con esta última, para obtener un sustrato dotado del apilamiento de capas delgadas que es abombado, recocido o templado sin modificación de las propiedades del apilamiento, en particular ópticas y térmicas. .

5 Las ventajas específicas de cada uno de los materiales retenidos para la capa barrera a la difusión del oxígeno se detallarán más adelante. Sin embargo se puede clasificarlos desde ahora en dos categorías: los compuestos de silicio y los nitruros son materiales muy transparentes, y no perjudican por tanto al apilamiento de capas en términos de transmisión luminosa. Por tanto se tiene la ventaja de elegir la capa
10 barrera entre ellos cuando se quiere acristalamientos de capa funcional del tipo poco emisivo muy transparentes. En cambio, los carburos son materiales relativamente absorbentes que tienden por tanto a reducir la transmisión luminosa, por tanto se recurre a ellos para hacer las capas barreras más bien cuando se quieren acristalamientos de capa funcional del tipo antisolar con transmisión luminosa
15 disminuida.

La configuración de apilamientos de acuerdo con la invención prevé por otra parte que la capa con propiedades en el infrarrojo no esté separada del revestimiento a base de material dieléctrico, colocado el mismo sobre el vidrio, por ninguna capa metálica. En efecto, una tal capa cuando está presente es absorbente antes de
20 cualquier tratamiento térmico. Un tal tratamiento aumenta el óxido, al menos parcialmente, y su transmisión, provocando una diferencia notable en las características ópticas del apilamiento antes y después del tratamiento térmico.

Este es un resultado técnico muy conveniente, pero también muy inesperado. En efecto, hasta entonces, cuando se investigaba poner a punto un apilamiento de
25 capas poco emisivas que sea "templable" o "abombable" se consideraba como indispensable la presencia de capas metálicas relativamente "gruesas" en contacto directo con cada una de las caras de la capa funcional, capas que la protegen oxidándose "en su lugar".

Ahora bien, ha resultado que la presencia de la capa metálica de protección y
30 de la capa barrera a la difusión del oxígeno, según la invención, las dos encima de la capa con propiedades en el infrarrojo, era suficiente para garantizar la capacidad "templable" o "abombable" del apilamiento sin modificación de sus propiedades, y que gracias a ellas la capa funcional no se deterioraba a alta temperatura aunque esté en contacto directo con capas de óxido metálico sobre al menos una de sus caras.

En cambio se habría podido temer que un contacto directo con un óxido provoque la oxidación de la capa funcional a alta temperatura, por difusión de los oxígenos constitutivos del óxido en esta capa.

Se pueden concebir así apilamientos "templables" en el sentido de la invención del tipo:

5 óxido(s)/plata/M/(óxido(s))/capa barrera,
 siendo la capa M una capa muy fina de metal que se puede presentar necesaria, como se explica más adelante, simplemente como capa de protección usual cuando el depósito de la capa siguiente se hace por pulverización reactiva y la
10 capa de óxido(s) encima de la capa M es opcional.

A partir de ese esquema, todas las variantes referentes al tipo y número de capas bajo la capa funcional o entre la capa barrera y la capa funcional, preferiblemente de plata, son ciertamente posibles.

Vamos ahora a la elección de la naturaleza de la capa barrera.

15 El nitruro de silicio y el nitruro de aluminio resultan compuestos particularmente convenientes por diversas razones: en primer lugar, a la vista del objetivo de la invención, cumplen con dos condiciones muy importantes: son aptos para bloquear la difusión del oxígeno incluso a alta temperatura. Previstos en cantidad suficiente encima de la capa funcional, sirven de barrera asegurándole su integridad, incluso si el
20 sustrato se abomba o temple después del depósito. Después, ellos mismos son muy inertes frente a un ataque oxidante, lo que significa que no sufren ninguna modificación química (del tipo oxidación) o estructural notable durante el temple o abombamiento. Por tanto casi no provocan modificación óptica alguna del apilamiento en caso de temple o de abombamiento, en particular en términos de nivel de
25 transmisión luminosa.

Además, su utilización en un apilamiento del tipo poco emisor no aporta complicación alguna notable en su fabricación. No es necesario reajustar de manera muy notable los espesores de cada una de las capas "habituales" de un tal apilamiento, en particular porque presentan un índice de refracción próximo al de la
30 mayor parte de los óxidos metálicos utilizados hasta entonces como revestimientos dieléctricos, tales como óxido de zinc, de estaño, de tántalo o de niobio. Pueden sustituir a ese tipo de óxido metálico o asociarse a ciertos tipos de óxidos como se especifica más adelante. (El nitruro de silicio Si_3N_4 tiene en efecto un índice de refracción de aproximadamente 2,1 y el nitruro de aluminio un índice de
35 aproximadamente 2).

El nitruro de silicio preferido es el más denso y el más puro posible. Si se prefiere depositar el conjunto de capas por una técnica en vacío del tipo pulverización catódica, se puede elegir convenientemente depositar el nitruro de silicio por pulverización reactiva a partir de un blanco de silicio en presencia de N_2 . En ese caso, para hacer el blanco más conductor, puede resultar necesario añadirle un dopante tal como el boro. Así, las capas de nitruro de silicio de acuerdo con la invención pueden contener boro, pero preferiblemente en una proporción de a lo sumo 2% en átomos con respecto al silicio. En el resto del presente texto, la expresión "nitruro de silicio" se refiere por consiguiente tanto a Si_3N_4 puro como a Si_3N_4 conteniendo impurezas del tipo dopante. El depósito de la capa de Si_3N_4 puede realizarse también por una técnica del tipo CVD plasma (CVD significa "Depósito Químico de Vapor", una pirolisis en fase gaseosa), como se describe en la patente US-5 288 527.

Convenientemente, se ajustan también las condiciones de depósito de manera que el nitruro de silicio presente una densidad próxima a la densidad teórica, en particular al menos 80% de la densidad teórica. Una gran densidad garantiza un "efecto barrera" óptimo frente al oxígeno, incluso si se utilizan capas de nitruro de silicio de espesor relativamente débil. Ocurre lo mismo si se elige más bien nitruro de aluminio, obtenido preferiblemente también por una técnica en vacío del tipo pulverización catódica reactiva a partir de un blanco de aluminio en presencia de N_2 .

Elegir óxido de silicio, más en particular para constituir la capa del primer revestimiento dieléctrico en contacto con el vidrio, es una variante completamente conveniente. En efecto, se trata de un material que, como el nitruro de silicio, constituye una eficaz barrera a la difusión del oxígeno e incluso de los alcalinos. Pero además, presenta un índice de refracción de aproximadamente 1,45, muy próximo al del sustrato portador del apilamiento cuando ese último es de vidrio. Por tanto si se dispone la capa de óxido de silicio directamente sobre el vidrio, lo que constituye la configuración preferida, esta capa casi "no interviene" sobre el aspecto óptico que el apilamiento de las capas va en su conjunto a conferir a ese sustrato. Por tanto se le puede conferir solamente el espesor suficiente, 10 nanómetros o más, para garantizar su eficacia como capa barrera, y colocar encima de ella capas de material dieléctrico a base de óxidos metálicos conocidos y de espesores conocidos, que desempeñarán el papel óptico deseado, siempre que esos óxidos puedan soportar altas temperaturas sin modificación estructural suficientemente notable para deteriorar el aspecto óptico del apilamiento, aspecto que se desarrollará más adelante.

Cuando se elige una capa a base de óxido de silicio más bien que a base de nitruro de silicio o de aluminio en el primer revestimiento a base de material dieléctrico,

se puede obtener una tal capa también por pulverización catódica a partir de un blanco de silicio dopado, pero esta vez en presencia de oxígeno. El dopante puede ser en particular boro o aluminio. La capa a base de óxido puede comprender así una pequeña cantidad de boro o de aluminio, particularmente en una proporción de a lo sumo 2% en átomos con relación al silicio. Como anteriormente para el nitruro, la expresión "a base de óxido de silicio" se ha de entender por tanto en el marco de la invención como óxido que comprende también impurezas del tipo "dopantes", boro o aluminio.

Se puede también depositarla por pulverización a vacío en radiofrecuencia.

La capa de SiO_2 puede también depositarse por técnicas diferentes de la pulverización catódica, en particular por CVD plasma a partir de un precursor de silicio apropiado o por pirolisis en fase gaseosa a presión ambiente. Si se trata de la primera capa del apilamiento, entonces se puede elegir depositarla sobre la cinta de vidrio flotante directamente, en continuo, en particular por medio de precursores del tipo ortosilicato de tetraetilo. TEOS. Por la misma técnica se pueden depositar también sobre la capa de SiO_2 otras capas como por ejemplo TiO_2 . Tales métodos se describen por ejemplo en la patente EP-B-0 230 188.

Las capas barreras a base de SiO_xC_y o SiO_xN_y son muy eficaces y tienen la ventaja de poder presentar índices de refracción modulables en función de su porcentaje de carbono o de nitrógeno. Se pueden usar las mismas técnicas de depósito que para las capas de SiO_2 : pulverización catódica reactiva, depósito por CVD plasma o por pirolisis a presión ambiente (en particular directamente sobre la cinta de vidrio flotante antes del corte, en continuo, por medio de la combinación de precursores del tipo SiH_4 y etileno en el caso de una capa de SiO_xC_y , como se describe en la patente EP-0 518 755).

Las capas barreras a base de carburo, como se menciona anteriormente tienen la particularidad de ser relativamente absorbentes y por tanto se han de reservar para la fabricación de acristalamientos en los que no es imperativo tener una alta transmisión luminosa. Se puede depositarlas por pulverización reactiva, en particular en presencia de C_2H_2 o CH_4 , o no reactiva a partir de blancos de carburo. También se puede elegir un depósito por CVD plasma.

La capa metálica funcional es convenientemente de plata. Su espesor se puede elegir entre 7 y 13 nanómetros, en particular entre 9 y 12 nanómetros, cuando se deseen acristalamientos de baja emisividad y alta transmisión luminosa (en particular una T_L de al menos 70 a 80%), particularmente en países más bien fríos. Cuando se desean acristalamientos de función antisolar, reflectores, destinados más

bien a equipar edificios en países cálidos, la capa de plata se puede elegir más gruesa, por ejemplo hasta 20 a 25 nm (lo que evidentemente tiene como consecuencia tener acristalamientos de transmisiones luminosas netamente más débiles, en particular inferiores a 60%).

5 La capa de protección prevista sobre la capa funcional se elige convenientemente de naturaleza metálica, en particular entre niobio Nb, tántalo Ta, titanio Ti, cromo Cr o níquel Ni o una aleación a partir de al menos dos de esos metales, como una aleación de niobio y de tántalo Nb/Ta, de niobio y de cromo Nb/Cr o de tántalo y de cromo Ta/Cr o una aleación de níquel-cromo. Ella conserva su
10 función habitual de capa "sacrificial" para proteger la capa funcional en caso de depósito de la capa siguiente por pulverización reactiva. Si esta pulverización se hace en presencia de O₂, con el fin de depositar un óxido, la capa superficial es efectivamente necesaria, preferiblemente con un espesor de a lo sumo 2 nm, del orden de 0,5 a 1,5 nm. En el apilamiento final está parcialmente, incluso para lo
15 esencial, oxidada. Si esta pulverización se hace en presencia de N₂, con el fin de depositar un nitruro, esta capa de protección no es absolutamente necesaria. Sin embargo ella es preferible: resulta en efecto que la capa funcional subyacente, en particular de plata, puede deteriorarse por contacto de nitrógeno reactivo. Sin embargo, teniendo en cuenta que la reactividad del nitrógeno es más débil que la del
20 oxígeno, no puede ser extremadamente fina, en particular de espesor inferior o igual a 1 nm. En el apilamiento final ella puede estar parcialmente, incluso para lo esencial, nitrurada.

También se puede atribuir a esta capa de protección una función suplementaria: el "ajuste" del valor de transmisión luminosa, cuando se quiere fabricar
25 acristalamientos antisolares de transmisión luminosa reducida anteriormente. En efecto, modular el espesor de esta capa de protección hasta espesores por ejemplo de 8 a 10 nanómetros permite ajustar de manera muy precisa la transmisión luminosa, por ejemplo entre 50 y 60%.

El segundo revestimiento de material dieléctrico del apilamiento, encima de la
30 capa funcional, tiene preferiblemente un espesor geométrico total comprendido entre 30 y 60 nanómetros, en particular entre 35 y 45 nanómetros.

Una primera variante consiste en que no esté constituido más que por la capa barrera, en particular elegida a base de nitruro de silicio o de aluminio, lo que es lo más simple en términos de instalación de depósito, pero no necesariamente lo óptimo
35 en términos de velocidad de depósito del apilamiento.

Una segunda variante consiste en constituirlo por la capa barrera como última capa del apilamiento, en particular de nitruro de silicio o de aluminio, capa barrera que se la asocia a al menos otra capa de material dieléctrico no susceptible de modificación estructural importante, en particular de orden cristalográfico, a alta temperatura, del tipo óxido metálico, en particular de óxido de zinc ZnO. En esta configuración, el nitruro de silicio en capa "exterior" juega plenamente su papel de barrera. La o las capa(s) de óxido subyacente(s) tiene(n) entonces un efecto beneficioso sobre la transmisión luminosa, cuando se busca obtener una transmisión muy elevada.

Los óxidos metálicos del tipo ZnO son estables e inertes a alta temperatura, y no deterioran la capa funcional, lo que tiende a demostrar que efectivamente sus átomos de oxígeno no se difunden hasta la capa funcional, durante un abombamiento, un temple o un recocido.

El revestimiento subyacente llamado "de anclaje" es en el contexto de la invención una capa que se encuentra en contacto directo con la capa funcional y que está destinado a facilitar su anclaje, aumentar su fijación con las capas inferiores y/o aumentar su durabilidad, o sus propiedades ópticas y térmicas.

Es a base de óxido metálico no susceptible de modificación estructural, en particular desde el punto de vista cristalográfico, pudiendo a alta temperatura perjudicar al apilamiento. De acuerdo con la invención se trata de una capa a base de óxido de zinc ZnO.

Como se ha mencionado anteriormente, el óxido de zinc no se modifica prácticamente desde el punto de vista estructural bajo el efecto del calor, sobre todo si está protegido del contacto del oxígeno y de los alcalinos, y además posee propiedades de anclaje muy interesantes frente a capas funcionales poco emisivas del tipo plata. Esta capa de óxido no tiende a perjudicar al apilamiento en términos de transmisión luminosa, por tanto se le puede conferir un espesor más importante que en el caso anterior, en particular un espesor comprendido entre 5 y 40 nanómetros, en particular entre 15 y 30 nanómetros. Con tales espesores puede contribuir, aparte de su función de anclaje, a ajustar el aspecto óptico del apilamiento en asociación con el primer revestimiento de material dieléctrico.

Terminamos la descripción general del apilamiento del primer revestimiento a base de material dieléctrico describiendo el componente situado sobre el sustrato, debajo de la capa de óxido metálico no susceptible de modificaciones estructurales.

Una primera variante consiste en constituirlo por una capa barrera de índice de refracción de aproximadamente 2, en particular de AlN o Si₃N₄.

Una segunda variante consiste en preferir una capa de un material de índice de refracción inferior a 2, como SiO_2 , SiO_xC_y , SiO_xN_y . Un modo de realización conveniente es una capa de SiO_2 de índice muy similar al sustrato de vidrio mismo.

Una tercera variante consiste en utilizar otra capa del tipo óxido metálico estable, es decir, no modificándose estructuralmente a alta temperatura.

Se ajusta el espesor del primer revestimiento situado bajo la capa metálica funcional, cualquiera que sea la variante elegida, a fin de que el espesor óptico total de las capas de dieléctrico bajo la capa funcional dé al apilamiento características ópticas, en particular colorimétricas, satisfactorias. El espesor geométrico total del revestimiento se puede por tanto elegir particularmente entre 15 y 50 nanómetros. Si la capa barrera de ese primer revestimiento es de SiO_2 , este espesor puede ser claramente más importante, teniendo el SiO_2 un índice próximo al del vidrio.

Como ilustración, apilamientos de capas que responden a los criterios de la invención pueden por tanto ser del tipo:

15 vidrio/ Si_3N_4 o AlN / $\text{ZnO}/\text{Ag}/\text{Nb}/ \text{Si}_3\text{N}_4$
 o vidrio/ Si_3N_4 / $\text{ZnO}/\text{Ag}/\text{Nb}/\text{ZnO} / \text{Si}_3\text{N}_4$
 o vidrio/ SiO_2 o SiO_xC_y / $\text{ZnO}/\text{Ag}/\text{Nb}/\text{ZnO}/\text{Si}_3\text{N}_4$ o AlN
 o finalmente vidrio/ SnO_2 / $\text{ZnO}/\text{Ag}/\text{Nb}/\text{Si}_3\text{N}_4$

Ni que decir tiene que la invención se aplica también convenientemente a apilamientos que comprenden no una sola capa metálica funcional del tipo plata, sino varias. Por tanto es necesario prever el número y el espesor de capas barreras suficientes para preservar al conjunto de esas capas de la oxidación en caso de tratamiento térmico, y en particular al menos una capa de nitruro de silicio o de aluminio sobre la última capa funcional. Y para obtener una débil variación de las propiedades ópticas y especialmente de la transmisión luminosa es esencial no tener 25 capa metálica bajo las capas metálicas funcionales.

Al menos en el caso de los apilamientos que comprenden una sola capa metálica funcional, se obtienen buenas prestaciones ópticas y térmicas. La invención permite así la obtención de acristalamientos poco emisivos muy transparentes, en particular con sustratos portadores del apilamiento que, una vez montados en doble acristalamiento, presentan a la vez una gran T_L de al menos 74 a 80%, y una débil emisividad de a lo sumo 0,06 e incluso de aproximadamente 0,05. Pero lo que es muy importante es que esas propiedades se mantienen casi intactas (hasta incluso mejoradas) si se someten los sustratos portadores de los apilamientos, después del depósito, a tratamientos térmicos del tipo abombamiento, recocido o temple que 35 pueden calentarlos hasta aproximadamente 620°C y más: las variaciones de

transmisión luminosa del acristalamiento debidas a tales tratamientos son a lo sumo de 2% y las variaciones de emisividad son a lo sumo 0,01, con además muy pocas modificaciones colorimétricas, en particular en reflexión.

De ello se deriva una serie de ventajas: una sola configuración de apilamiento de capas (poco emisivo o antisolar) para cada tipo de acristalamiento es suficiente para fabricar acristalamientos tanto templados como no templados, lo que facilita la gestión de las existencias y permite mucho más fácilmente responder muy rápidamente a la demanda de acristalamientos funcionales, ya sean templados, o no templados, según la demanda.

También se pueden ensamblar indiferentemente, sobre una fachada de edificio por ejemplo, acristalamientos templados y no templados: el ojo no podrá detectar disparidades del aspecto óptico global de la fachada. También se hace posible vender los acristalamientos revestidos no templados, dejando a discreción del comprador el cuidado de templarnos o no, pudiendo garantizarle una constancia en sus propiedades ópticas y térmicas.

Los acristalamientos, sean abombados, recocidos o templados o no, pueden por tanto, gracias a la invención, presentar prestaciones completamente equivalentes.

Los detalles y características convenientes de la invención van a mostrarse ahora con los ejemplos siguientes no limitativos, con la ayuda de la figura 1.

Se especifica que, en todos los ejemplos, los depósitos sucesivos de capas delgadas se hacen por una técnica de pulverización catódica asistida por campo magnético, pero también podrían realizarse por cualquier otra técnica que permita un buen control de los espesores de capa obtenidos.

Los sustratos sobre los que se depositan los apilamientos de capas delgadas son sustratos de vidrio silico-sodo-cálcido claro del tipo Planilux, comercializados por SAINT-GOBAIN VITRAGE.

En la figura 1, sobre el sustrato de vidrio 1 está colocado un apilamiento de acuerdo con la invención: sucesivamente, un revestimiento 8 eventualmente compuesto por una capa barrera 2 a la difusión del oxígeno y de los iones Na^+ , y por una capa 3 de anclaje, después una capa 4 poco emisiva de plata, una capa 5 de protección llamada también "sacrificial", y finalmente otra vez un segundo revestimiento a base de material dieléctrico 9 que comprende en particular una capa barrera al oxígeno 7. Esta figura es muy esquemática, y para mayor claridad no respeta las proporciones en cuanto a los espesores de los diversos materiales representados.

Los ejemplos 1 a 3 están realizados de acuerdo con la invención. Los ejemplos 4 y 5 son ejemplos comparativos explicitados más adelante.

EJEMPLO 1:

5 Este ejemplo recomienda la utilización de dos capas barreras 2, 7, las dos a base de Si₃N₄ para "enmarcar" y "proteger" la capa 4 de plata en caso de tratamiento térmico.

Es un apilamiento del tipo:

vidrio/Si₃N₄/ZnO/Ag/Nb/Si₃N₄

10 que utiliza una capa de anclaje 3 de óxido.

La instalación de depósito comprende al menos una cámara de pulverización dotada de cátodos equipados de blancos de materiales apropiados bajo los cuales el sustrato 1 pasa sucesivamente. Las condiciones de depósito para cada una de las caras propuestas para este ejemplo son:

- 15 ° la capa 4 de plata se deposita por medio de un blanco de plata bajo una presión de $8 \cdot 10^{-3}$ mbar (0,8 Pa) en una atmósfera de argón,
- ° las capas 2 y 7 a base de nitruro de silicio se depositan por medio de un blanco de silicio dopado al 1% de boro por pulverización reactiva en una atmósfera de nitrógeno, bajo una presión de $1,5 \cdot 10^{-3}$ mbar (0,15 Pa),
- 20 ° la capa 3 de anclaje, que es de ZnO, se deposita por medio de un blanco de zinc por pulverización reactiva en una atmósfera de argón/oxígeno de la que aproximadamente 40% en volumen es de oxígeno, bajo una presión de $8 \cdot 10^{-3}$ mbar (0,8 Pa),
- ° la capa 5 de protección de Nb se deposita por medio de un blanco de Nb por
- 25 pulverización en atmósfera inerte de argón bajo una presión de $8 \cdot 10^{-3}$ mbar (0,8 Pa).

Las densidades de potencia y las velocidades de desplazamiento del sustrato se ajustan de manera conocida para obtener los espesores de capas deseados.

30 La tabla 1 a continuación indica la naturaleza de las capas y sus espesores en nanómetros, del apilamiento del ejemplo 1, utilizando sustratos de 3 milímetros de espesor.

TABLA 1

	<u>EJEMPLO 1</u>
Si ₃ N ₄ (2)	20

	<u>EJEMPLO 1</u>
ZnO (3)	20
Ag(4)	10
Nb(5)	1
Si ₃ N ₄ (7)	40

El sustrato del ejemplo 1, una vez revestido por su apilamiento de capas, se somete después a un tratamiento térmico consistente en un calentamiento a alrededor de 620°C seguido por un enfriamiento.

La tabla 2 a continuación indica antes y después del tratamiento térmico el valor de transmisión luminosa T_L en porcentaje, el valor de reflexión luminosa R_L también en porcentaje, los valores de $a^*(R)$ y $b^*(R)$ en reflexión en el sistema de colorimetría (L , a^* , b^*), sin unidad. Todas las medidas están hechas con referencia al iluminante D_{65} . Se indican también los valores de emisividad ϵ , sin unidad.

TABLA 2

	EJEMPLO 1	
	(sustrato monolítico)	
	Antes del tratamiento térmico	Después del tratamiento térmico
T_L	85,2	83,8
R_L	4,3	4,1
$a^*(R)$	4,3	6,8
$b^*(R)$	-10,6	-10,9
ϵ	0,05	0,06

Se ha hecho un segundo ejemplo 1 bis exactamente con los mismos apilamientos que el ejemplo 1 anterior. La única diferencia reside en el hecho de que se ha depositado esta vez sobre un sustrato 1 de la misma naturaleza, pero con espesor de 4 mm, sustrato montado después en doble acristalamiento con otro sustrato de vidrio claro de 4 mm con una lámina de argón intercalada de 16 mm.

La tabla 3 siguiente recoge las características T_L , R_L , $a^*(R)$, $b^*(R)$ y ϵ de los dobles acristalamientos, por un lado cuando el sustrato 1 revestido no ha sufrido calentamiento, (columna "sin tratamiento térmico"), por otro lado cuando el sustrato revestido ha sufrido, antes del montaje, dicho tratamiento térmico (calentamiento a 620°C y después enfriamiento):

TABLA 3

	EJEMPLO 1 bis	
	(doble acristalamiento)	
	Sin tratamiento	Después del tratamiento térmico
T_L	77	76
R_L	12	11
$a^*(R)$	1,2	2,3
$b^*(R)$	- 4,9	- 4,8
ϵ	0,053	0,062

EJEMPLO 2:

10 Este ejemplo 2 utiliza el apilamiento siguiente:

vidrio/Si₃N₄/ZnO/Ag/Nb/ZnO/Si₃N₄

Por tanto se diferencia del ejemplo 1 solo en que añade una capa de ZnO "intercalada" 6 entre la capa de protección 5 de Nb y la capa barrera 7 de Si₃N₄. Esta capa de ZnO se deposita de manera idéntica a la capa de ZnO 3 llamada de anclaje bajo la capa de plata 4 (remitirse a las condiciones de depósito descritas anteriormente). El sustrato 1 de vidrio claro tiene 4 mm de espesor. Los espesores, en nanómetros, de cada una de las capas se especifican en la tabla 4 a continuación.

TABLA 4

EJEMPLO 2	
Si ₃ N ₄ (2)	20
ZnO (3)	10
Ag (4)	10

EJEMPLO 2	
Nb(5)	1,5
ZnO (6)	5
Si ₃ N ₄ (7)	35

Dos sustratos absolutamente idénticos revestidos por un tal apilamiento se montan cada uno en doble acristalamiento cada uno con un sustrato de vidrio claro de 4 mm por una lámina de argón intercalada de 16 mm de espesor, habiendo sufrido uno previamente un calentamiento a 620°C y después un enfriamiento, y no el otro.

La tabla 5 a continuación da los valores de T_L , $a^*(R)$, $b^*(R)$ y ϵ de los dos acristalamientos dobles.

TABLA 5

	EJEMPLO 2	
	(doble acristalamiento)	
	Sin tratamiento térmico	Después del tratamiento térmico
T_L	79	80
$a^*(R)$	1,46	3,39
$b^*(R)$	- 3,94	- 2,2
ϵ	0,05	0,046

10

EJEMPLO 3:

Este ejemplo utiliza esta vez una primera capa barrera 2 de SiO₂, con el apilamiento siguiente:

15

vidrio/SiO₂/ZnO/Ag/Nb/ZnO/Si₃N₄

La capa de SiO₂ se deposita a partir de un blanco de silicio dopado con aluminio por pulverización reactiva dopada con aluminio en presencia de una mezcla de argón/O₂.

20

Las otras capas se depositan como anteriormente. Los espesores, en nanómetros, de las capas del apilamiento se especifican en la tabla 6 a continuación:

TABLA 6

<u>EJEMPLO 3</u>	
SiO ₂ (2)	40
ZnO (3)	40
Ag(4)	10
Nb(5)	1,5
ZnO (6)	5
Si ₃ N ₄ (7)	35

Se hacen después las mismas operaciones de montaje en doble acristalamiento con y sin tratamiento térmico del sustrato revestido. El calentamiento aquí se lleva simplemente hasta 630°C.

La tabla 7 a continuación da los valores de T_L , $a^*(R)$, $b^*(R)$ y ϵ en los dos casos:

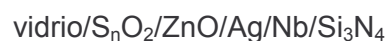
TABLA 7

	<u>EJEMPLO 3</u>	
	(doble acristalamiento)	
	Sin tratamiento térmico	Después del tratamiento térmico
T_L	76	77
$a^*(R)$	- 0,82	0,24
$b^*(R)$	-2,49	-2,12
ϵ	0,059	0,045

10

EJEMPLO 4:

Este ejemplo 4 utiliza el apilamiento siguiente:



Fuera de la capa barrera superficial de Si₃N₄, este apilamiento se presenta como un apilamiento tradicional, utiliza materiales muy utilizados en las capas poco emisivas realizadas en pulverización catódica, en particular SnO₂ que es el más habitual de los materiales dieléctricos.

15

De manera inesperada, a diferencia de la técnica anterior en la que para obtener un buen comportamiento contra la corrosión y especialmente durante un tratamiento térmico era necesario tener o dos capas barreras del tipo Si_3N_4 (ver por ejemplo la solicitud de patente europea EP-A-0 567 735) o al menos dos capas de metal "sacrificial" en ambos lados de la capa funcional (ver por ejemplo el documento EP-A--0 229 921), aquí ni lo uno ni lo otro es útil para garantizar la estabilidad del apilamiento con la temperatura.

La tabla 8 muestra en efecto los resultados:

10

TABLA 8

	EJEMPLO 4	
	(doble acristalamiento)	
	Sin tratamiento térmico	Después del tratamiento térmico
T_L	74	74
$a^*(R)$	+ 0,5	+ 0,8
$b^*(R)$	- 5,9	- 5,6
€	0,06	0,05

Esos resultados obtenidos con un producto muy fácil de realizar (espesores de las capas en nm:

SnO ₂	(2)	10
ZnO	(3)	30
Ag	(4)	10
Nb	(5)	1,5
Si_3N_4	(7)	40),

15 son muy sorprendentes, sobre todo cuando se les compara con los del apilamiento testigo del ejemplo 5.

EJEMPLO COMPARATIVO 5:

20 Este ejemplo comparativo utiliza un apilamiento con capa de plata del tipo de los comercializados por la Sociedad SAINT-GOBAIN VITRAGE bajo la denominación

PLANITHERM. Utiliza, como el ejemplo 4 para su subcapa, capas de óxido de estaño como revestimiento dieléctrico, con, siempre como 4, en cada lado de la capa de plata una capa de un espesor significativo de aleación níquel-cromo. El sustrato 1 de 4 mm de espesor. La capa de plata se deposita como anteriormente. De manera conocida, el

5 óxido de estaño SnO_2 se deposita por pulverización reactiva a partir de un blanco de estaño en una atmósfera de N_2/O_2 . Las capas de NiCr se depositan por pulverización en atmósfera inerte a partir de blanco de aleación Ni/Cr.

El apilamiento se resume en la tabla 9 a continuación, indicándose los espesores siempre en nanómetros.

10

TABLA 9

VIDRIO	EJEMPLO COMPARATIVO 5
SnO_2	35
NiCr	3
Ag	9-10
NiCr	6
SnO_2	35

15

La tabla 10 indica a continuación los mismos datos que la tabla 9 anterior, para el sustrato revestido por este apilamiento montado de la misma manera en doble acristalamiento después de haber sufrido un tratamiento térmico a 630°C y después un enfriamiento, o sin tratamiento térmico:

TABLA 10

	EJEMPLO COMPARATIVO 5	
	(doble acristalamiento)	
	Sin tratamiento térmico	Después del tratamiento térmico
T_l	61	73
R_L	11	11
$a^*(R)$	4,1	- 0,26
$b^*(R)$	-1,6	- 1,73

EJEMPLO COMPARATIVO 5		
(doble acristalamiento)		
	Sin tratamiento térmico	Después del tratamiento térmico
€	0,08	0,08

A la vista de esos resultados se pueden hacer diferentes observaciones.

De las tablas 2, 3, 5, 7 se ve que los apilamientos de acuerdo con la invención llegan a soportar calentamientos del orden de 620, 630 o 640°C sin modificación notable de la transmisión luminosa T_L (apenas 2% de variación), ni de la emisividad (a lo sumo 0,01 de variación). El tratamiento térmico no afecta tampoco de manera significativa al aspecto colorimétrico en reflexión "lado de las capas" de los sustratos. Se puede subrayar a este respecto que 640°C es una temperatura particularmente elevada, efectuándose los temple de acristalamientos normalmente en las cercanías de 615-620°C. Se asegura así un "margen de seguridad", lo que es importante bajo el punto de vista industrial en caso de ligeras alteraciones en el calentamiento suministrado por los hornos de temple estándar para acristalamientos.

De los ejemplos 1 a 3 de acuerdo con la invención, se ve que se puede modular el nivel de prestaciones que se investiga, en particular de emisividad, sea el acristalamiento templado o no, revelándose importante para optimizar dichas prestaciones la elección de la constitución del primer revestimiento de material dieléctrico y de la capa de anclaje.

Así, el sustrato de acuerdo con el ejemplo 1 que utiliza una capa de anclaje a base de óxido llega a tener una emisividad de 0,053 una vez montado en doble acristalamiento, antes del temple (tabla 5).

El ejemplo 2 que recurre a dos capas de ZnO presenta muy buenas prestaciones de emisividad, pero también un valor de TL que alcanza el listón de los 80% en doble acristalamiento después de tratamiento térmico, lo que es excelente (cf. tabla 5).

Los ejemplos de la invención tienen de común que sus emisividades cambian muy ligeramente en caso de tratamiento térmico, pero "en el buen sentido", es decir, en el sentido de una disminución, eso prueba que las capas de plata no han sufrido deterioro de su calidad, al contrario, lo que es a la vez muy conveniente y sorprendente.

Como se ha mencionado anteriormente, la colorimetría de los ejemplos de acuerdo con la invención es muy satisfactoria, haya o no tratamiento térmico, con un color en reflexión muy neutro, como demuestran los valores de a^* y b^* muy débiles, muy particularmente en lo que respecta al ejemplo 3 (cf. tabla 7).

5 Una característica bastante sorprendente también que tienen en común los ejemplos 2 y 3 de la invención es que sus transmisiones luminosas varían muy ligeramente en caso de tratamiento térmico, pero otra vez "en el buen sentido", es decir, en el sentido de un aumento, aunque utilizan los dos capas de anclaje de óxido.

10 Finalmente, el ejemplo comparativo 5 muestra los límites de una solución consistente en hacer "templable" un apilamiento poco emisoro protegiendo la capa de plata por capas metálicas susceptibles de oxidación: si las prestaciones térmicas se pueden conservar así, no ocurre lo mismo en lo que concierne al aspecto óptico: más de 10 puntos de separación entre la T_L sin y con tratamiento térmico (cf. tabla 10), lo que es debido aparentemente a la oxidación de las capas de Ni/Cr en ambos lados de
15 la capa de plata, así como una variación importante del valor de $a^*_{(R)}$.

Por otra parte se ha constatado que era importante, si se elige depositar capas "intercaladas" de óxidos entre las capas barreras 2, 7 y la capa de plata 4, que éstos se elijan de tal manera que un tratamiento térmico no pueda afectar a su estructura, y muy particularmente a su estado cristalográfico. Así, los ejemplos 1 a 3 de la invención
20 han recurrido a ZnO debajo y eventualmente encima de la capa de plata, y los inventores han verificado que, como depositado, estaba al menos parcialmente cristalizado y que conservaba esencialmente este estado de cristalización una vez calentado a 620 o 640°C.

También sería acertado seleccionar óxidos depositados en estado amorfo y
25 que presentan la particularidad de mantenerlo si se calientan después. En cambio los inventores han hecho una prueba similar al ejemplo 1, reemplazando la capa 3 de ZnO por una capa 3' de SnO₂ depositada como en el ejemplo comparativo 5. Han constatado que las propiedades de la capa de plata encima de esta capa de SnO₂ se deterioraban significativamente después de tratamiento térmico, curiosamente, lo que
30 sería debido en realidad a una modificación estructural notable, bajo el punto de vista cristalográfico, de ese SnO₂ bajo un calor intenso. Los resultados del ejemplo 4 en el que el mismo SnO₂ no se encuentra separado de la plata más que por una capa de ZnO son aún más sorprendentes.

REIVINDICACIONES

1. Utilización de un sustrato transparente (1), en particular de vidrio, dotado de un apilamiento de capas delgadas que comprende al menos una capa metálica (4) a base de plata con propiedades en el infrarrojo, en particular poco emisiva, y dos revestimientos a base de material dieléctrico, situados, uno debajo (8) y el otro encima (9) de la capa con propiedades en el infrarrojo, así como una capa metálica de protección (5), colocada inmediatamente encima y en contacto con la capa de propiedades en el infrarrojo y opcional salvo en caso de depósito de la capa siguiente por pulverización reactiva en presencia de oxígeno con el fin de depositar un óxido,



comprendiendo por una parte el segundo revestimiento (9), a base de material dieléctrico, una capa barrera (7) a la difusión del oxígeno elegida entre uno de los materiales siguientes:

SiO_2 , SiO_xC_y , SiO_xN_y , Si_3N_4 o AlN , carburos como SiC , TiC , CrC , TaC , de un espesor de al menos 10 nanómetros,



y por otra parte comprendiendo el primer revestimiento a base de material dieléctrico (8) al menos una capa barrera (2) a la difusión de los iones alcalinos y oxígeno, elegido entre uno de los materiales siguientes: SiO_xN_y , SiO_xC_y , Si_3N_4 o AlN , carburos tales como CrC , SiC , TiC , TaC ,



y comprendiendo el primer revestimiento a base de material dieléctrico (8) también justo debajo de la capa metálica (4) con propiedades en el infrarrojo una capa de anclaje (3) a base de óxido de zinc ZnO en contacto directo con esta última,

para obtener un sustrato dotado del apilamiento de capas delgadas que es abombado, recocido o templado sin modificación de las propiedades de apilamiento, en particular ópticas y térmicas.

2. Utilización de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la capa barrera a la difusión del oxígeno (7) del segundo revestimiento a base de material dieléctrico (9) tiene un espesor de al menos 20 nm.

3. Utilización de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** la capa barrera a la difusión del oxígeno (7) es a base de SiO_2 , SiO_xC_y , SiO_xN_y , Si_3N_4 o AlN cuando el apilamiento de capas está destinado a proporcionar a dicho sustrato propiedades de alta transmisión luminosa y de baja emisividad.
- 5
4. Utilización de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** la capa barrera a la difusión del oxígeno (7) es a base de carburo cuando el apilamiento de capas está destinado a proporcionar a dicho sustrato propiedades antisolares de transmisión luminosa reducida.
- 10
5. Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la capa barrera (2) del primer revestimiento a base de material dieléctrico (8) tiene un espesor de al menos 10 ó 15 nm, preferiblemente al menos 20 nm.
- 15
6. Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la capa (4) con propiedades en el infrarrojo tiene un espesor comprendido entre 7 y 13 nanómetros, en particular entre 9 y 12 nanómetros, para conferirle propiedades de baja emisividad, o hasta 20 a 25 nanómetros para conferirle más bien propiedades antisolares.
- 20
7. Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el apilamiento de capas delgadas comprende varias capas metálicas con propiedades en el infrarrojo.
- 25
8. Utilización de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada porque** al menos una capa barrera del tipo Si_3N_4 o AlN está colocada encima de la última de las capas con propiedades en el infrarrojo.
- 30
9. Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la capa superior de protección (5) es a base de un metal elegido entre niobio Nb, tántalo Ta, titanio Ti, cromo Cr o níquel Ni o de una aleación a partir de al menos dos de esos metales, en particular de una aleación de niobio y de tántalo (Nb/Ta), de niobio y de cromo (Nb/Cr) o de tántalo y de cromo (Ta/Cr) o de níquel y de cromo (Ni/Cr).
- 35

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
10. Utilización de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizada porque** el espesor de la capa superior de protección (5) es de a lo sumo 2 nanómetros, en particular comprendido entre 0,5 y 1,5 nanómetros, o de un espesor hasta 8 a 10 nanómetros.
 11. Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el segundo revestimiento (9) a base de material dieléctrico tiene un espesor geométrico total comprendido entre 30 y 60 nanómetros, en particular entre 35 y 45 nanómetros.
 12. Utilización de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la capa subyacente de anclaje a base de ZnO (3) tiene un espesor geométrico comprendido entre 5 y 40 nanómetros, en particular entre 15 y 30 nanómetros.
 13. Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el revestimiento a base de material dieléctrico (9), situado encima de la capa con propiedades en el infrarrojo (4), comprende la capa barrera (7), en particular a base de nitruro de silicio o de nitruro de aluminio, asociada a al menos otra capa de material dieléctrico (6) no susceptible de modificación estructural a alta temperatura del tipo óxido metálico, en particular de óxido de zinc.
 14. Utilización de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizada porque** la otra capa (6) no susceptible de modificación estructural a alta temperatura es a base de óxido de zinc al menos parcialmente cristalizado.
 15. Utilización de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el apilamiento es el siguiente:
vidrio (1) / Si_3N_4 o AlN (2) / ZnO (3) / Ag (4) / Nb (5) / Si_3N_4 (7).
 16. Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada porque** las dos capas barreras (2, 7) a la difusión del oxígeno son a base de Si_3N_4 .
 17. Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el sustrato dotado del apilamiento de capas delgadas

presenta una emisividad ϵ de a lo sumo 0,07, en particular de a lo sumo 0,06, y, una vez montado en doble acristalamiento, una transmisión luminosa T_L de al menos 75 a 80 %.

- 5 **18.** Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el sustrato dotado del apilamiento de capas delgadas presenta una variación de transmisión luminosa ΔT_L de a lo sumo 2% y una variación de emisividad $\Delta \epsilon$ de a lo sumo 0,01 después de un tratamiento térmico del tipo abombamiento o temple, en particular hasta 640°C.
- 10
- 19.** Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes para la realización de un acristalamiento múltiple poco emisivo o antisolar, en particular doble acristalamiento que incorpora al menos un sustrato dotado del apilamiento de capas delgadas.
- 15
- 20.** Utilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 para la realización de un acristalamiento laminar que incorpora al menos un sustrato dotado del apilamiento de capas delgadas, siendo dicho acristalamiento o antisolar o calefactor previendo las conducciones de corriente para la(s) capa(s)
- 20 (4) metálica(s).

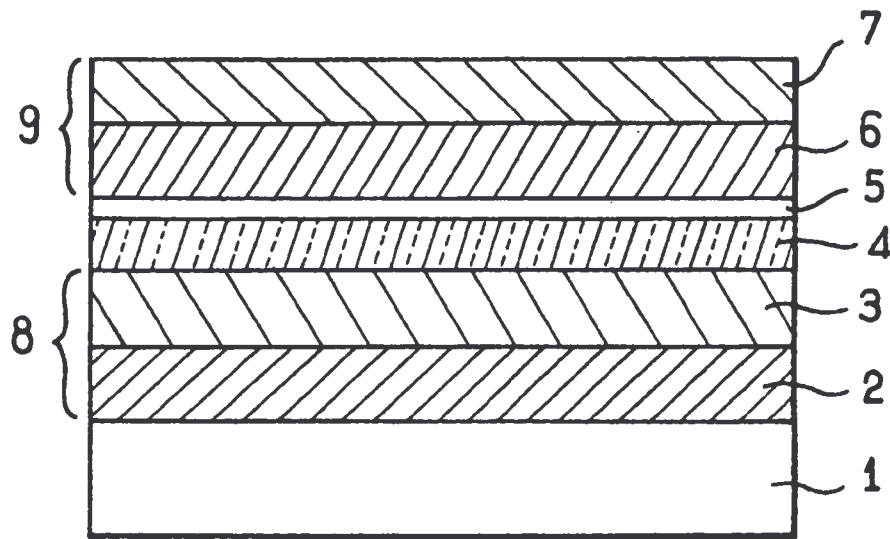


FIG. 1