

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 034**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

B32B 17/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2004 PCT/FR2004/050614**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2005 WO05051858**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2004 E 04805856 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 1689690**

54 Título: **Substrato transparente que puede ser usado, alternativa o acumulativamente, para control térmico, blindaje electromagnético y acristalamientos calentadores**

30 Prioridad:

28.11.2003 FR 0313966

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

07.12.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FLEURY, CARINNE;
BELLIOT, SYLVAIN y
NADAUD, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 693 034 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

Substrato transparente que puede ser usado, alternativa o acumulativamente, para control térmico, blindaje electromagnético y acristalamientos calentadores

5 La presente invención se refiere al campo de los acristalamientos que pueden ser usados alternativa o acumulativamente en tres aplicaciones particulares: a saber, control térmico (antisolar y aislamiento térmico), blindaje electromagnético y acristalamientos calentadores, pudiendo preferiblemente soportar al menos una operación de transformación que implica un tratamiento térmico a una temperatura de al menos 500°C (puede ser en particular un temple, un recocido o un curvado).

10 El control térmico es la posibilidad de actuar sobre la radiación solar y/o la radiación infrarroja de longitud de onda larga que atraviesa un acristalamiento que separa un ambiente exterior de un ambiente interior, ya sea para la reflexión hacia afuera de la radiación solar (acristalamientos "antisolares" o "de control solar") o ya sea la reflexión hacia el interior de la radiación infrarroja de longitud de onda mayor que 5 μm (aislamiento térmico con acristalamientos llamados principalmente "acristalamientos de baja emisividad").

15 El blindaje electromagnético es la posibilidad de eliminar, o al menos de reducir, la propagación de ondas electromagnéticas a través de un acristalamiento. Esta posibilidad con frecuencia va asociada a la posibilidad de actuar sobre la radiación infrarroja que atraviesa el acristalamiento. Esta aplicación es ventajosa en el campo de la electrónica, especialmente para la producción de ventanas de blindaje electromagnético, también llamadas "filtros electromagnéticos", que están destinadas por ejemplo para ser colocadas en la cara frontal de una pantalla de visualización que use tecnología de plasma.

20 Un acristalamiento calentador es un acristalamiento cuya temperatura se puede elevar cuando está sometido a una corriente eléctrica. Este tipo de acristalamiento tiene aplicaciones en automóviles, o incluso en edificios, para la producción de paneles de vidrio que permiten impedir la formación, o suprimir, la escarcha o el vaho, o incluso suprimir la sensación de pared fría cerca del acristalamiento.

25 La presente invención se refiere más particularmente a un substrato transparente, especialmente hecho de vidrio, provisto de un apilamiento de capas delgadas que comprende una pluralidad de capas funcionales, siendo el substrato capaz de ser usado, alternativa o acumulativamente, para realizar control térmico, blindaje electromagnético y acristalamientos calentadores.

30 Se conoce la producción de apilamientos de capas delgadas para lograr el control térmico, y más precisamente el control solar, que son capaces de preservar simultáneamente sus propiedades térmicas y sus propiedades ópticas después del tratamiento térmico, al tiempo que se minimiza cualquier aparición de defectos ópticos; siendo entonces el objetivo tener por lo tanto apilamientos de capas delgadas de comportamientos óptico/térmico constantes, ya sea que sean sometidas o no subsecuentemente a uno o más tratamientos térmicos.

35 Una primera solución fue propuesta en la Solicitud de Patente Europea N° EP 718250. Esta recomendaba usar, encima de la(s) capa(s) funcional(es) a base de plata, capas de barrera a la difusión del oxígeno, especialmente las basadas en nitruro de silicio, y depositar directamente las capas de plata sobre el revestimiento dieléctrico subyacente, sin interposición de capas de o capas metálicas de protección. Dicha Solicitud de Patente describe en particular un apilamiento del tipo:

Substrato/Si₃N₄ ó AlN/ZnO/Ag/Nb/ZnO/Si₃N₄.

40 En la Solicitud de Patente Europea N° EP 84965 se propuso una segunda solución. Esta consiste en apilamientos que comprenden dos capas de plata y describe el uso a la vez de una capa de barrera en la parte superior de las capas de plata (como anteriormente) y de una capa absorbente o estabilizadora, es adyacente a dichas capas de plata y que permiten que estas se estabilicen.

Esa Solicitud de Patente describe en particular un apilamiento del tipo:

Substrato/SnO₂/ZnO/Ag1/Nb/Si₃N₄/ZnO/Ag2/Nb/SnO₂/Si₃N₄.

45 En las dos soluciones anteriores, se observa la presencia sobre las capas de plata de la capa metálica absorbente "sobre-bloqueadora", de niobio, o incluso de titanio, que permite prevenir que las capas de plata entren en contacto con una atmósfera reactiva oxidante o nitrurante durante el depósito por pulverización reactiva de la capa de SnO₂ o de la capa de Si₃N₄ respectivamente.

50 Desde entonces se ha descrito una tercera solución en la Solicitud de Patente Internacional N° WO 03/01105. Esta propone depositar la capa metálica absorbente "bloqueadora", no sobre la capa funcional (o cada una de ellas), sino debajo, con el fin de permitir que la capa funcional sea estabilizada durante el tratamiento térmico y que mejore la calidad óptica del apilamiento después del tratamiento térmico.

Esta Solicitud de Patente describe en particular un apilamiento del tipo:

Substrato/Si₃N₄/ZnO/Ti/Ag1/ZnO/Si₃N₄/ZnO/Ti/Ag2/ZnO/Si₃N₄.

Sin embargo, dentro de los intervalos de espesores descritos, dicho apilamiento no se puede usar para producir un acristalamiento calentador o un acristalamiento de blindaje electromagnético de apariencia aceptable (características ópticas).

- 5 La técnica anterior también enseña apilamientos de capas delgadas sobre un substrato que pueden ser usados para el control térmico y para los acristalamientos calentadores cuando estos son sometidos a una corriente eléctrica. La Solicitud Internacional de Patente N° WO 01/14136 describe por lo tanto un apilamiento bicapas de plata que soporta un tratamiento térmico de temple, que puede ser usado para control solar y para producir calor cuando es sometido a una corriente eléctrica. Sin embargo, la resistividad de este apilamiento no permite que se logre un blindaje electromagnético eficaz, ya que su resistencia por cuadrado, R_{\square} , no puede ser próxima a, y, con mayor motivo inferior a 1,5 ohmios por cuadrado.

- 15 Además, para la aplicación del acristalamiento calentador en automóviles, esta alta resistencia por cuadrado requiere el uso de una batería que presente un alto voltaje en sus terminales (alrededor de 42 voltios, el voltaje estándar disponible en el mercado), para poder realizar un calentamiento en toda la altura del acristalamiento. Específicamente, aplicando la fórmula $P(W) = U^2/(R_{\square} \times h^2)$, si $R_{\square} = 1,5$ ohmios por cuadrado, para lograr $P = 600$ W/m² (potencia disipada estimada para el calentamiento correcto) y obtener una altura de calentamiento $h > 0,8$ metros, es necesario que $U > 24$ voltios.

- 20 También se conoce producir apilamientos de capas delgadas para realizar el blindaje electromagnético usando un substrato que se proporciona con un apilamiento de protección electromagnética que presenta una buena protección electromagnética y que permite al usuario ver fácilmente la proyección de imágenes gracias a una alta transmitancia luminosa junto con una baja reflectancia.

Para lograr el blindaje electromagnético, la técnica anterior enseña en la Solicitud de Patente Internacional N° WO 01/81262, un apilamiento en particular del tipo:

Substrato/Si₃N₄/ZnO/Ag1/Ti/Si₃N₄/ZnO/ZnO/Ag2/Ti/ZnO/Si₃N₄.

- 25 Este apilamiento puede soportar un tratamiento térmico de temple o curvado. Sin embargo, este apilamiento no permite obtener una resistencia por cuadrado que sea mucho menor que 1,8 ohmios por cuadrado con características ópticas (T_L , R_L , color...) que se consideren aceptables, y especialmente una baja reflexión luminosa R_L en la en la región visible.

- 30 Para realizar un blindaje electromagnético, la técnica anterior conoce igualmente la solicitud de patente WO 03/037056 que define un apilamiento con tres capas de plata separadas por capas de óxidos de metales, en particular capas dieléctricas.

Los apilamientos a base de capa de plata se fabrican en unidades de fabricación muy complejas.

- 35 El principal inconveniente de la técnica anterior recae en el hecho de que es esencial hacer modificaciones importantes en la línea de producción cuando se desea usar la línea de producción para fabricar sobre el substrato un apilamiento de capas delgadas que no tenga la(s) misma(s) aplicación(es) que el apilamiento previamente fabricado en esta misma línea.

En general, esta operación dura desde varias horas hasta varios días es tediosa y ocasiona una pérdida de plata muy sustancial, ya que no es posible producir acristalamientos durante este periodo de transición y puesta a punto.

- 40 En particular, siempre que el material del objetivo difiera de un producto al siguiente, que la cámara vuelva a la presión atmosférica antes de cambiar el objetivo, y luego volver a hacer en la cámara el vacío (del orden de 10⁻⁶ bar), lo que obviamente consume tiempo y es tedioso.

- 45 El objetivo de la invención es por lo tanto paliar estos inconvenientes proponiendo un substrato con un apilamiento de capas delgadas y un proceso de fabricación de este substrato que permita obtener un producto que pueda ser usado, alternativa o acumulativamente, para realizar el control térmico y/o el blindaje electromagnético y/o el acristalamiento calentador.

En particular, el objetivo de la invención es l permitir obtener una gama de productos sin tener que abrir la instalación de depósito para cambiar de objetivo, con el fin permitir ahorrar el tiempo que se necesita para ventilar la atmósfera y sobre todo el tiempo para volver a poner a vacío la instalación después de que el objetivo ha sido cambiado.

- 50 La presente invención propone por lo tanto un apilamiento particular, definido en términos de la composición de las diversas capas y sus espesores, que puede ser usado para todas estas aplicaciones al mismo tiempo, pero también un tipo de apilamiento, definido en términos de la composición de las diversas capas, de los intervalos de espesor y/o de las características ópticas, en el que ciertos valores de espesor favorecen el uso para una aplicación dada. Este apilamiento es notable por que presenta una baja resistencia por cuadrado ($R_{\square} < 1,5$, o incluso $\leq 1,3 \Omega$ por cuadrado, mientras que mantiene sustancialmente sus características cuando se le somete a tratamiento térmico del

tipo de curvado o temple.

5 Por lo tanto, en virtud de este tipo de apilamiento de acuerdo con la invención, para fabricar apilamientos destinados a una sola aplicación específica o sólo para dos aplicaciones específicas o las tres aplicaciones específicas, pueden cambiarse uno o más parámetros, tales como el espesor de ciertas capas, pero la composición permanece generalmente idéntica. Por lo tanto, son suficientes unas cuantas horas para modificar la línea de producción y pasar de la fabricación de un producto que tiene una o más aplicaciones preferidas a otro producto que tiene una o más de otras aplicaciones preferidas.

10 Por lo tanto, la presente invención tiene por objeto un sustrato transparente, especialmente hecho de vidrio, de acuerdo con la reivindicación 1. Este sustrato está provisto de un apilamiento de capas delgadas que comprende una pluralidad de capas funcionales, comprendiendo dicho apilamiento de capas delgadas al menos tres capas funcionales a base de plata, teniendo el apilamiento una resistencia $R_{\square} < 1,5$, incluso $\leq 1,3 \Omega$ por cuadrado, y pudiendo dicho sustrato soportar al menos una operación de transformación que involucre un tratamiento térmico a una temperatura de al menos 500°C , para permitir realizar, alternativa o acumulativamente, usando el sustrato el control térmico y/o el blindaje electromagnético y/o acristalamiento calentador.

15 La expresión "dicho sustrato puede soportar al menos una operación de transformación que involucre un tratamiento térmico a una temperatura de al menos 500°C ", se entiende que el tratamiento no degrada la calidad óptica ni causa la aparición de picaduras visibles a simple vista y/o falta de nitidez en la transmisión, cuando se realiza curvado, un temple o un recocido a una temperatura de al menos 500°C o mayor que 500°C .

20 Además, la resistencia R_{\square} reivindicada, a menos que se indique otra cosa, se mide antes de este tratamiento térmico opcional.

En una primera aplicación, para la producción de acristalamientos para automóviles, el sustrato de acuerdo con la invención tiene una transmisión luminosa $T_L \geq 70\%$ y una resistencia $R_{\square} < 1,5$, incluso $\leq 1,3$, o mejor incluso $\leq 1,2 \Omega$ por cuadrado.

25 En una segunda aplicación, para la producción de un acristalamiento de edificio, el sustrato transparente de acuerdo con la invención tiene una transmisión luminosa $T_L \geq 40\%$, incluso $\geq 50\%$, preferiblemente con una reflexión luminosa en la región visible $R_L \leq 10\%$, incluso $\leq 8\%$, y cuando está combinado con al menos otro sustrato para formar un acristalamiento, este acristalamiento tiene una selectividad ≥ 2 , incluso > 2 .

30 Se recuerda aquí que la selectividad se define por la relación entre la transmisión luminosa (T_L) y el factor solar (FS), es decir, T_L/FS , representando el factor solar la suma de la transmisión energética directa (T_E) del acristalamiento y la energía absorbida por el acristalamiento y reemitida al interior del edificio.

En una tercera aplicación, para producir un acristalamiento de blindaje electromagnético, el sustrato transparente de acuerdo con la invención tiene una transmisión luminosa $T_L \geq 40\%$, incluso $\geq 50\%$, y mejor incluso $\geq 55\%$, y una resistencia $R_{\square} \leq 1,2$, incluso $\leq 1 \Omega$ por cuadrado.

35 La mayor ventaja resultante del hecho de que el sustrato de blindaje electromagnético soporte un tratamiento térmico de tipo temple o similar, es que por lo tanto es posible usar un sustrato más ligero. Además, los experimentos han mostrado que siempre es más práctico, desde el punto de vista industrial, usar un sustrato revestido con un apilamiento que soporte un tratamiento térmico, en vez de usar un sustrato que haya sido sometido a un tratamiento térmico y luego se le haya depositado encima un apilamiento.

El sustrato sobre el cual se deposita el apilamiento es preferiblemente de vidrio.

40 Usualmente, dentro del contexto de la presente invención, dado que el apilamiento está depositado sobre el sustrato, dicho sustrato se denomina nivel cero y las capas depositadas encima establecen los niveles suprayacentes que pueden ser numerados, para distinguirlos en un orden creciente con números enteros. En el presente documento, la numeración se usa sólo para distinguir las capas funcionales y su orden de depósito.

45 El término "capa superior" o "capa inferior" significa que una capa no se deposita necesariamente de forma estricta encima o debajo, respectivamente, de la capa funcional durante el proceso de apilamiento, siendo posible que se intercalen una o más capas. Dado que cada capa funcional está asociada con una o más capas depositadas debajo o encima de la capa funcional cuya presencia en el apilamiento se justifica con respecto a esta capa funcional, puede decirse que la asociación, de la capa funcional con sus una o más capa(s) subyacente(s) y/o suprayacente(s), produce una "patrón".

50 De acuerdo con una variante de la invención, el sustrato comprende al menos cuatro capas funcionales a base de plata.

El espesor total de las capas funcionales a base de plata es preferiblemente mayor que o igual a 25 nm. Este espesor total está preferiblemente comprendido sustancialmente entre 35 y 50 nm cuando el apilamiento comprende tres capas funcionales y sustancialmente entre 28 y 64 nm cuando el apilamiento comprende al menos cuatro capas

funcionales. En una variante, la suma de los espesores de las capas de plata es menor que 54 nm.

Según la invención, el sustrato comprende al menos tres patrones idénticos de capas funcionales, estando cada capa funcional asociada en cada patrón funcional con al menos una capa subyacente y/o suprayacente.

5 De acuerdo con otra variante de la invención, al menos una capa funcional, y preferiblemente cada capa funcional, está ubicada entre al menos una capa dieléctrica inferior y una capa dieléctrica superior, estando dichas capas dieléctricas, a preferiblemente a base de ZnO, opcionalmente dopadas con aluminio.

De acuerdo con una variante de la invención, al menos una capa funcional, y preferiblemente cada capa funcional, comprende una capa superior a base de Si₃N₄, AlN, o a base de una mezcla de los dos.

10 De acuerdo con una variante de la invención, el sustrato está revestido directamente con una capa a base de Si₃N₄, AlN, o base de una mezcla de los dos.

En una variante de la invención, en al menos un patrón funcional, y preferiblemente en cada patrón funcional, una capa metálica absorbente superior (llamada "sobre-bloqueador"), preferiblemente a base de Ti, está colocada entre la capa funcional a base de plata y al menos una capa dieléctrica superior.

15 La capa metálica absorbente superior también puede consistir en un metal o una aleación a base níquel, cromo, niobio, circonio, tantalio o aluminio.

De acuerdo con la invención, cada patrón funcional, tiene la siguiente estructura:

ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄, y preferiblemente la siguiente estructura: ZnO/Ag/Ti/ZnO/Si₃N₄.

20 Los espesores de las capas constituyentes de dicho patrón, en el caso del apilamiento de tres capas son, preferiblemente: ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄, y preferiblemente ZnO/Ag/Ti/ZnO/Si₃N₄, 5 a 15/10 a 17/...5 a 15/25 a 65 nm..., 5 a 15/10 a 17/0,2 a 3/5 a 15/25 a 65 nm, ó 7 a 15/10 a 17/...7 a 15/25 a 65 nm..., 7 a 15/10 a 17/0,2 a 2/7 a 15/25 a 65 nm.

Los espesores de las capas constituyentes de dicho patrón en el caso del apilamiento de cuatro capas son preferiblemente:

ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄, y preferiblemente: ZnO/Ag/Ti/ZnO/Si₃N₄

25 5 a 15/7 a 15/...5 a 15/23 a 65 nm..., 5 a 15/7 a 15/0,2 a 3/5 a 15/23 a 65 nm,
ó 7 a 15/7 a 15/...7 a 15/23 a 65 nm..., 7 a 15/7 a 15/0,2 a 2/7 a 15/23 a 65 nm.

30 La invención tiene igualmente por objeto un proceso de fabricación de un sustrato transparente, especialmente de vidrio, según la reivindicación 13. Según este proceso el sustrato está provisto de un apilamiento de capas delgadas que comprende una pluralidad de capas funcionales, estando depositadas al menos tres capas funcionales a base de plata sobre dicho sustrato, presentando dicho apilamiento una resistencia $R_{\square} < 1,5$, incluso $\leq 1,3 \Omega$ por cuadrado y pudiendo ser sometido dicho sustrato a al menos una operación de transformación que involucre un tratamiento térmico a una temperatura de al menos 500°C, con el fin de permitir producir por medio del sustrato, alternativa o acumulativamente, el control térmico y/o el blindaje electromagnético y/o el acristalamiento calentador.

35 De acuerdo con una variante de la invención, al menos cuatro capas funcionales a base de plata están depositadas sobre dicho sustrato.

El espesor total de las capas funcionales a base de plata depositadas es preferiblemente mayor que o igual a 25 nm. Este espesor total está preferiblemente comprendido sustancialmente entre 35 y 50 nm cuando el apilamiento comprende tres capas funcionales, y sustancialmente entre 28 y 64 nm cuando el apilamiento comprende al menos cuatro capas funcionales.

40 De acuerdo con una variante de la invención, al menos tres patrones idénticos de capas funcionales están depositados sobre dicho sustrato, estando asociada cada capa funcional en cada patrón funcional con al menos una capa subyacente y/o suprayacente.

45 De acuerdo con una variante de la invención, para al menos una capa funcional, y preferiblemente para cada capa funcional, está depositada al menos una capa dieléctrica inferior debajo de dicha capa funcional y está depositada una capa dieléctrica superior sobre dicha capa funcional, estando dichas capas dieléctricas preferiblemente a base de ZnO, opcionalmente dopadas con aluminio.

De acuerdo con una variante de la invención, una capa superior a base de Si₃N₄, AlN o a base de una mezcla de los dos, está depositada encima de al menos una capa funcional, y preferiblemente encima de cada capa funcional.

50 De acuerdo con una variante de la invención, dicho sustrato está revestido directamente con una capa a base de Si₃N₄, AlN o a base de una mezcla de los dos, previamente depositada cuando todas las otras capas fueron

depositadas.

De acuerdo con una variante de la invención, en al menos un patrón funcional, y preferiblemente en cada patrón funcional, una capa metálica superior absorbente, preferiblemente a base de Ti, está depositada encima de la capa funcional a base de plata y debajo de al menos una capa dieléctrica superior.

- 5 De acuerdo con la invención, cada patrón funcional depositado tiene la siguiente estructura:

ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄, y preferiblemente la siguiente estructura: ZnO/Ag/Ti/ZnO/Si₃N₄.

De acuerdo con esta variante de la invención, los espesores de las capas constituyentes depositadas de dicho patrón en el caso del apilamiento de tres capas son preferiblemente:

ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄, y preferiblemente ZnO/Ag/Ti/ZnO/Si₃N₄

- 10 5 a 15/10 a 17/...5 a 15/25 a 65 nm..., 5 a 15/10 a 17/0,2 a 3/5 a 15/25 a 65 nm,
ó 7 a 15/10 a 17/...7 a 15/25 a 65 nm..., 7 a 15/10 a 17/0,2 a 2/7 a 15/25 a 65 nm.

También de acuerdo con esta variante de la invención, los espesores de las capas constituyentes depositadas de dicho patrón en el caso del apilamiento de cuatro capas son preferiblemente:

ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄, y preferiblemente: ZnO/Ag/Ti/ZnO/Si₃N₄

- 15 5 a 15/7 a 15/...5 a 15/23 a 65 nm..., 5 a 15/7 a 15/0,2 a 3/5 a 15/23 a 65 nm,
ó 7 a 15/7 a 15/...7 a 15/23 a 65 nm..., 7 a 15/7 a 15/0,2 a 2/7 a 15/23 a 65 nm.

De acuerdo con una variante de la invención, el depósito de los patrones se realiza haciendo pasar dichos substratos varias veces por un único dispositivo de fabricación.

- 20 De acuerdo con esta variante de la invención, cuando dicho apilamiento comprende cuatro capas funcionales a base de plata, el depósito de los patrones se realiza preferiblemente por pares, haciendo pasar dicho substrato dos veces por un dispositivo de fabricación único, bajo condiciones de depósito que son sustancialmente idénticas para los dos pases y preferiblemente manteniendo el substrato a vacío entre los dos pases.

También de acuerdo con esta variante de la invención, los espesores de las capas depositadas son preferiblemente sustancialmente idénticos durante cada uno de los dos pases.

- 25 Además, cuando el substrato de acuerdo con la invención se somete a una operación de transformación que implica un tratamiento térmico a una temperatura de al menos 500°C, su resistencia R_□ se reduce preferiblemente en al menos 10%, incluso al menos 15%.

La invención tiene igualmente por objeto un acristalamiento de control térmico y/o de blindaje electromagnético y/o calentador, que incorpora al menos un substrato de acuerdo con la invención.

- 30 La invención tiene igualmente por objeto el uso del substrato de acuerdo con la invención para producir, alternativa o acumulativamente, control térmico y/o blindaje electromagnético y/o acristalamiento calentador.

Ventajosamente, los ahorros conseguidos al implementar el proceso de acuerdo con la invención durante la producción del apilamiento de acuerdo con la invención son enormes, dado que ya no es necesario detener la línea de producción durante varios días o al menos durante varias horas cuando se desea producir apilamientos para una o más aplicaciones diferentes. Unas cuantas horas bastan para modificar los parámetros de producción en la línea y para obtener un producto fácil de vender para la(s) aplicación(es) deseada(s).

- 35 También ventajosamente, el substrato de acuerdo con la invención puede ser usado para producir acristalamientos monolíticos, acristalamientos dobles o triples o acristalamientos estratificados y para lograr, alternativa o acumulativamente, control térmico y/o blindaje electromagnético y/o acristalamiento calentador.

- 40 Por lo tanto, para la aplicación en automóviles, es posible producir un acristalamiento estratificado que incorpore un substrato de acuerdo con la invención, logrando este acristalamiento, al mismo tiempo:

- control térmico (y más precisamente control solar para reflejar la radiación solar hacia el exterior del vehículo)
- blindaje electromagnético para proteger el interior del vehículo de la radiación electromagnética exterior; y
- acristalamiento calentador que permite fundir la escarcha o evaporar el vaho.

- 45 De modo similar, para la aplicación en edificios, es posible producir un acristalamiento doble que incorpore un substrato de acuerdo con la invención, logrando este acristalamiento, al mismo tiempo:

- control térmico (control solar para reflejar la radiación solar hacia el exterior de la habitación equipada con el acristalamiento y/o aislamiento térmico para reflejar la radiación interna hacia el interior de la habitación equipada con el acristalamiento),
- blindaje electromagnético, para proteger de la radiación electromagnética exterior el interior de la habitación equipada con el acristalamiento, y
- acristalamiento calentador, que permite desempañar o impedir la formación de vaho, e impedir la sensación de "pared fría" cerca del acristalamiento.

Ventajosamente, estos acristalamientos que incorporan un sustrato de acuerdo con la invención tienen colores estéticamente aceptables en transmisión y reflexión.

La presente invención se entenderá con mayor claridad al leer la descripción detallada siguiente de los ejemplos ilustrativos no limitantes, y al examinar las figuras adjuntas:

- la Figura 1 ilustra los valores de la tasa de reflexión luminosa hacia el exterior de los Ejemplos 11 y 13 en función de la longitud de onda λ ;

- la Figura 2 ilustra las tasas de transmisión luminosa del Ejemplo 21 de acuerdo con la invención y del Ejemplo 22 comparativo, respectivamente, en función de la longitud de onda λ , y también la curva de Parry-Moon para la densidad D de energía solar, en función de la longitud de onda λ ;

- la Figura 3 ilustra las tasas de transmisión luminosa del Ejemplo 21 de acuerdo con la invención y del Ejemplo 22 comparativo, respectivamente, en función de la longitud de onda λ y también de la sensibilidad Y al ojo humano en una escala H normalizada;

- la Figura 4 ilustra las tasas de transmisión luminosa de los Ejemplos 23 y 24 de acuerdo con la invención y del Ejemplo 25 comparativo, respectivamente, en función de la longitud de onda λ , y también la curva de Parry-Moon para la densidad D de energía solar en función de la longitud de onda λ ; y

- la Figura 5 ilustra un diagrama de ensamblaje de un acristalamiento de blindaje electromagnético empleando el sustrato de acuerdo con la invención.

1. Ejemplos de apilamientos para acristalamientos calentadores y más particularmente para parabrisas alimentados con 12 V.

La energía disipada para el calentamiento correcto se estima generalmente en 600 W/m².

Específicamente; $P(W) = U^2/(R_{\square} \times h^2)$. Si $U = 12$ V, entonces es necesario que $R_{\square} = 1$ ohm por cuadrado para $h = 50$ cm; correspondiendo h a la altura de la "ventana" sobre la que se realiza el calentamiento, para impedir la formación de vaho y/o de escarcha (en la práctica, el voltaje U es de 12 a 14 V, lo que corresponde al voltaje en los terminales de las baterías de la mayoría de los vehículos de motor que actualmente se producen; sin embargo, este voltaje podría estar comprendido entre 12 y 24 V).

Para la aplicación en automóviles, puede considerarse satisfactorio un apilamiento que tenga las siguientes características (como acristalamiento estratificado):

- $R_{\square} \leq 1,2$ ohmios por cuadrado;
- buena calidad (sin defectos perceptibles a simple vista) después del curvado;
- $T_L \geq 70\%$ y R_L limitada;
- color de reflexión que se considere estético (preferiblemente $a^* \leq 0$ y $b^* \leq 0$);
- durabilidades mecánica y química satisfactorias.

Las soluciones que tienen dos capas de plata encapsuladas en dieléctricos no permiten obtener a la vez una $T_L \geq 70\%$, una resistencia $R_{\square} \leq 1,2 \Omega$ por cuadrado y en un color aceptable.

Para lograr el resultado deseado, parece preferible:

- colocar el apilamiento de capas que comprende las capas funcionales en la cara 3 (siendo la cara 1 la cara más exterior del vehículo y siendo la cara 4 la cara más interior); y

- depositar más de dos capas de plata, teniendo en cuenta el espesor total necesario de las capas de plata.

A continuación, se dan ejemplos de la construcción de apilamientos de acuerdo con la invención, con apilamientos

que comprenden tres capas funcionales (Ejemplos 11, 12 y 14) y con cuatro capas funcionales (Ejemplos 15 y 16), habiéndose medido los resultados después de una operación de temple a 620°C durante aproximadamente de 8 minutos.

Ejemplo 11 de acuerdo con la invención, tres capas:

Capa	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag3	ZnO	Si ₃ N ₄
Espesor (nm)	37	7	12,5	8	49	7	12,5	8	53	7	12,5	8	29

5

exterior/vidrio (2,1 mm)/PVB (0,76 mm)/Ag3/Ag2/Ag1/vidrio (1,6 mm)/habitáculo

Ejemplo 12 de acuerdo con la invención, tres capas: El mismo apilamiento el del Ejemplo 11, pero también con un sobre-bloqueador de titanio encima de cada capa funcional (espesor del orden de 0,5 nm a 1 nm).

Ejemplo 13, ejemplo comparativo, dos capas:

Capa	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄
Espesor (nm)	24	8	8	6	70	8	7	6	26

10

exterior/vidrio (2,1 mm)/PVB (0,76 mm)/Ag3/Ag2/Ag1/vidrio (1,6 mm)/habitáculo, además con un sub-bloqueador de titanio debajo de cada capa funcional (espesor del orden de 0,5 nm a 1 nm).

Ejemplo 14 de acuerdo con la invención, tres capas:

Capa	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag3	ZnO	Si ₃ N ₄
Espesor (nm)	37	7	12,5	8	52	7	13,5	8	52	7	14	8	31

15

exterior/vidrio (2,1 mm)/PVB (0,76 mm)/Ag3/Ag2/Ag1/vidrio (1,6 mm)/habitáculo

Características técnicas medidas de acristalamientos estratificados:

Ejemplo	R _□ (Ohm/□)	T _L (%)	T _E (%)	R _L (%) ext	a*(R _{ext})	b*(R _{ext})	R _E (%)
11	1,09	70,4	30,4	12,1	-10,9	11,7	46,0
12	1,00	70,1	30,8	14,2	-9,3	7,9	46,1
13	4,60	76,1	46,1	17,8	-4,8	-1,9	29,8
14	1,00	70,5	31,4	11,5	-7,5	2,7	44,8

Ejemplo 15 de acuerdo con la invención, cuatro capas:

Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag3	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag4	ZnO	Si ₃ N ₄
30	8	7	7	57	8	7	8	58	8	7,5	7	50	8	7,5	7	23

20

exterior/vidrio (2,1 mm)/PVB (0,76 mm)/Ag3/Ag2/Ag1/vidrio (1,6 mm)/habitáculo

Ejemplo 16 de acuerdo con la invención, cuatro capas:

Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag3	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag4	ZnO	Si ₃ N ₄
28	8	9	7	58	8	9	7	56	8	9	7	58	8	9	7	28

exterior/vidrio (2,1 mm)/PVB (0,76 mm)/Ag3/Ag2/Ag1/vidrio (1,6 mm)/habitáculo

5 Este Ejemplo 16 se obtuvo pasando dos veces el sustrato a través de una unidad para depositar un apilamiento de dos capas de plata.

Características técnicas medidas de acristalamientos estratificados:

Ejemplo	R _□ (Ohm/□)	T _L (%)	T _E (%)	R _L (%) ext.	a*(R _{ext})	b*(R _{ext})	R _E (%)
15	1,4	70,1	38,9	11,3	6,1	-9,9	31,8
16	1,03	70,3	31,7	8,3	-1,8	-2,5	40,4

10 La resistividad de los apilamientos, calculada a partir de la resistencia por cuadrado medida sin contacto usando un dispositivo Nagy, es del orden de $4,2 \times 10^{-6}$ ohms.cm para los Ejemplos 11 y 12 de tres capas de acuerdo con la invención, mientras que es del orden de 7×10^{-6} ohms.cm para el Ejemplo 13 comparativo de dos capas.

En los Ejemplos 11, 12, 14, 15 y 16 de acuerdo con la invención, los valores de T_L, R_L y del color son relativamente estables.

15 Los valores de reflexión de la energía son muy altos, lo cual era esperado debido al espesor acumulado de plata (3 x 12,75 nm). Se obtuvo excelente selectividad (T_L/FS próxima a, o incluso mayor que 2, en el caso de una muestra estratificada).

La resistividad de las capas de plata incluidas en los apilamientos de tres capas que comprenden capas de plata con un espesor de aproximadamente 13 nm es sorprendentemente baja en comparación con los valores obtenidos con un apilamiento de dos capas que comprende capas de plata con un espesor de aproximadamente 8 a 9 nm.

20 La calidad óptica de los cuatro ejemplos de acuerdo con la invención después del curvado es satisfactoria - no hay falta de nitidez ni picaduras por corrosión observables bajo condiciones normales.

La durabilidad química y mecánica de estos apilamientos de acuerdo con la invención es también muy buena.

2. Ejemplos de apilamientos para acristalamientos de control térmico, particularmente de control solar para edificios.

25 Los comportamientos de un producto de control solar se evalúan sobre la base del criterio de "selectividad", es decir, la relación entre la transmisión luminosa (T_L) del acristalamiento y el porcentaje de energía solar que penetra en el interior del edificio (factor solar o FS). Para obtener la selectividad más alta posible, mientras se mantiene todavía un buen nivel de transmisión luminosa (requerida para la comodidad de los ocupantes de las locales), es importante intentar obtener un acristalamiento que asegure tan abruptamente como sea posible un corte de la transmisión entre el dominio visible y el dominio infrarrojo, y prevenir por lo tanto que se transmita la energía contenida en dicha parte del espectro (curva de Parry-Moon; PM). El espectro ideal de un acristalamiento con control solar es por lo tanto una función de paso, que asegure la transmisión en la región visible, pero que la corte completamente en la infrarroja.

35 La definición de los apilamientos que tienen tres capas de plata y cuatro capas de plata de acuerdo con la invención, permite aumentar esta selectividad. En efecto, para espesores de plata y espesores de dieléctrico bien elegidos, el espectro de transmisión de un acristalamiento que comprende este tipo de apilamiento se aproxima a una función de paso y por lo tanto permite, para el mismo nivel de transmisión, aumentar sensiblemente la selectividad. Esto puede lograrse sin perder la neutralidad del color de los acristalamientos, tanto en transmisión como en reflexión.

40 A continuación, se dan ejemplos de construcciones de apilamientos que comprenden tres capas funcionales (Ejemplos 21 y 23) y con cuatro capas funcionales (Ejemplo 24), siendo estos comparados con los apilamientos de dos capas funcionales (Ejemplos 22 y 25), para obtener, respectivamente, un nivel de transmisión del 50% (Ejemplos 21 y 22) y un nivel de transmisión del 60% (Ejemplos 23 a 25), y selectividad optimizada.

Todos estos ejemplos se produjeron de acuerdo con el siguiente esquema:

exterior/vidrio (6 mm)/apilamiento/espacio (15 mm)/vidrio (6 mm)/interior,

con un espacio lleno con una mezcla de 90% de argón y 10% de aire seco, y los resultados dados a continuación fueron medidos después de una operación de temple a 620°C durante aproximadamente 8 minutos.

5 **Ejemplo 21 de tres capas de acuerdo con la invención y Ejemplo 22 comparativo de dos capas, teniendo cada uno una transmisión luminosa de 50% (espesores de las capas en nm).**

Ej.	Vidrio	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag3	ZnO	Si ₃ N ₄
21	6 mm	35	10	16,2	10	55	10	16,2	10	55	10	16,2	10	33
22	6 mm	26	10	9,2	10	63	10	19	10	20				

También se colocó justo encima de cada capa funcional una capa sobre-bloqueadora de Ti de aproximadamente 1 nm de espesor.

Características técnicas medidas:

	T _L (%)	λ _d (nm)	P _e (%)	R _{int} (%)	L _{int} *	a _{int} *	b _{int} *	R _{ext} (%)	L _{ext} *	a _{ext} *	b _{ext} *	T _E (PM, masa 2)	T _L /T _E
Ej. 21	50,2	501	6,6	12,7	42,3	-3,4	-3,1	13,8	43,9	-1,0	-1,3	20,0	2,51
Ej. 22	49,3	514	3,3	23,0	55,1	0,7	5,9	19,2	50,9	-3,1	-9,2	24,2	2,04

10

El color dominante expresado por λ_d y la pureza expresada por P_e se midieron en este caso en transmisión.

Ejemplo 23 de tres capas de acuerdo con la invención, Ejemplo 24 de cuatro capas de acuerdo con la invención y Ejemplo 25 comparativo de dos capas, teniendo cada uno una transmisión luminosa del 60% (espesores de las capas en nm):

Ej.	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag3	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag4	ZnO	Si ₃ N ₄
23	30	15	14	15	50	15	14	15	50	15	14	15	30				
24	24	15	12,5	15	52	15	12,5	15	52	15	12,5	15	52	15	12,5	15	24
25	25	10	9,5	15	52	15	17	15	17								

15

También se colocó justo encima de cada capa funcional una capa sobre-bloqueadora de Ti de aproximadamente 1 nm de espesor.

Características técnicas medidas:

Ej.	T _L (%)	λ _d (nm)	P _e (%)	R _{int} (%)	L _{int} *	a _{int} *	b _{int} *	R _{ext} (%)	L _{ext} *	a _{ext} *	b _{ext} *	T _E (PM, masa 2)	T _L /T _E
23	57,0	541	3,5	12,3	41,7	-0,9	-8,6	12,7	42,3	-2,6	-8,7	25,2	2,26
24	58,0	537	2,9	12,6	42,2	-6,6	0,7	12,2	41,5	-4,5	-1,7	24,8	2,34
25	60,1	515	3,2	19,0	50,7	2,1	1,3	15,7	46,6	-2,2	-9,8	29,5	2,04

20 Como antes, el color dominante expresado por λ_d y la pureza expresada por P_e se midieron en este caso en transmisión.

La comparación entre los espectros de los Ejemplos 21, 23 y 24 de acuerdo con la invención, con los Ejemplos

comparativos 22 y 25 sobre el espectro solar completo, ilustradas en las Figuras 2 a 4, muestra claramente que los apilamientos de tres capas permiten aproximarse a la función de paso (pendiente muy abrupta de la caída de transmisión hacia 780 nm - fin del dominio visible e inicio del dominio infrarrojo). Lo mismo se aplica a los apilamientos de cuatro capas. Además, este aumento en la selectividad no se obtiene en detrimento de la colorimetría del acristalamiento, siendo neutro el color en la reflexión exterior del acristalamiento (en el sistema $L^*a^*b^*$), siendo a^* y b^* negativos y de valor absoluto bajo. Además, el color en la transmisión no tiene una pureza mayor, lo que permite a los ocupantes de los locales apreciar el ambiente exterior en sus colores reales. Este último punto puede verse en la Figura 3, que muestra la superposición de los espectros de los Ejemplos 21 y 22 y la sensibilidad del ojo humano. De hecho, esta gráfica muestra que el filtro óptico producido usando el apilamiento de capas delgadas del Ejemplo 21 es más amplio, en términos de longitud de onda, que la distribución de la sensibilidad del ojo humano.

3. Ejemplos de apilamientos para acristalamientos de blindaje electromagnético y más particularmente para pantallas de plasma.

La estructura del apilamiento producido para verificar el beneficio de la invención en el caso del blindaje electromagnético es la siguiente:

- sustrato de vidrio transparente (2 mm)/apilamiento de capas delgadas que tiene al menos tres capas funcionales.

El temple realizado antes de las mediciones fue provocado por recocido del sustrato, provisto del apilamiento a una temperatura de aproximadamente 620°C durante 5 minutos.

Ejemplo 31 de acuerdo con la invención, cuatro capas:

Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag3	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag4	ZnO	Si ₃ N ₄
22	15	12,5	10	48	15	12,5	10	43	15	12,5	10	48	15	12,5	10	22

20

Además, con un sobre-bloqueador de titanio sobre cada capa funcional (espesor del orden de 0,5 nm a 1 nm).

Ejemplo 32 de acuerdo con la invención, 4 capas:

Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag3	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag4	ZnO	Si ₃ N ₄
30	15	14	10	65	15	14	10	60	15	14	10	65	15	14	10	30

Además, con un sobre-bloqueador de titanio sobre cada capa funcional (espesor del orden de 0,5 nm a 1 nm).

Ejemplo 33 de acuerdo con la invención, cuatro capas:

Si ₃ N ₄	ZnO	Ag1	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag2	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag3	ZnO	Si ₃ N ₄	ZnO	Ag4	ZnO	Si ₃ N ₄
17	15	10	15	37	15	10	15	34	15	10	15	37	15	10	15	17

25

Además, con un sobre-bloqueador de titanio sobre cada capa funcional (espesor del orden de 0,5 nm a 1 nm).

Características técnicas medidas después del recocido:

Ejemplo	R _□ (Ohm/□)	Resistividad (10 ⁻⁶ Ω.cm)	T _L (%)	R _L (%)	λ _d (nm)	P _e (%)
31	0,9	4,5	72	6	490	9
32	0,7	3,9	70	10	450	5
33	1,2	4,8	72	7	520	5

30 El color dominante expresado por λ_d y la pureza expresada por P_e se midieron en este caso en reflexión.

Parece que el temple implica una disminución de la resistividad de la plata ligeramente implica una modificación muy limitada de las propiedades ópticas del apilamiento. Específicamente, en el caso del Ejemplo 31, la resistencia de este apilamiento antes del recocido fue R_□ = 1,1 Ω/□ (para una resistividad de 5,5.10⁻⁶ ohmios.cm) es decir, una

5 disminución de aproximadamente 18%; en el caso del Ejemplo 32, la resistencia de este apilamiento antes del recocido fue $R_{\square} = 0,9 \Omega/\square$ (para una resistividad de $5,0 \cdot 10^{-6}$ ohmios.cm), es decir., una disminución de aproximadamente 22%; y en el caso del Ejemplo 33, la resistencia de este apilamiento antes del recocido fue $R_{\square} = 1,5 \Omega/\square$ es decir. una disminución de aproximadamente 20%. Sin embargo, el temple no implica una modificación importante en el color.

El apilamiento de acuerdo con la invención puede usarse en un ensamblaje que tenga, por ejemplo, la estructura ilustrada en la Figura 5, con el fin de producir un filtro electromagnético para una pantalla que use tecnología de plasma. Este ensamblaje comprende:

1. una capa anti-reflectante opcional;
- 10 2. un substrato hecho de vidrio transparente, que también podría ser tintado;
3. un apilamiento de capas delgadas que tiene al menos tres capas funcionales;
4. una hoja de plástico, de PVB, que opcionalmente podría estar hecha de PSA;
5. una película opcional de PET.

El apilamiento de capas delgadas está por lo tanto colocado en la cara dos del ensamblaje.

15 El substrato que recibe el apilamiento puede ser templado después de que ha sido depositado el apilamiento.

La presente invención ha sido descrita en lo anterior a modo de ejemplo. Por supuesto, una persona experimentada en la técnica es capaz de realizar diferentes variantes de la invención, sin por ello apartarse del marco de la Patente, tal como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Substrato transparente, principalmente de vidrio, provisto de un apilamiento de capas delgadas que comprende una pluralidad de capas funcionales, caracterizado por que dicho apilamiento de capas delgadas comprende al menos tres capas funcionales a base de plata, y comprende al menos tres patrones idénticos de capas funcionales, estando asociada, en cada patrón funcional, cada capa funcional a al menos una capa subyacente y/o suprayacente, presentando cada patrón funcional la estructura siguiente: ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄, por que dicho apilamiento presenta una resistencia $R_{\square} < 1,5 \Omega$ por cuadrado y porque dicho substrato puede soportar al menos una operación de transformación que implica un tratamiento térmico a una temperatura de al menos 500°C.
2. Substrato transparente según la reivindicación 1, caracterizado por que presenta una transmisión luminosa $T_L \geq 70\%$.
3. Substrato transparente según la reivindicación 1, caracterizado por que presenta una transmisión luminosa $T_L \geq 40\%$ y porque cuando está asociado a al menos un otro substrato para formar un acristalamiento, dicho acristalamiento presenta una selectividad ≥ 2 .
4. Substrato transparente según la reivindicación 1, caracterizado por que presenta una transmisión luminosa $T_L \geq 40\%$ y una resistencia $R_{\square} \leq 1,1 \Omega$ por cuadrado.
5. Substrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende al menos cuatro capas funcionales a base de plata.
6. Substrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el espesor total de las capas funcionales a base de plata es mayor que, o igual a, 25 nm y está comprendido preferiblemente entre 35 y 50 nm cuando el apilamiento comprende tres capas funcionales, y entre 28 y 64 nm cuando el apilamiento comprende al menos cuatro capas funcionales.
7. Substrato transparente según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos una capa funcional, y preferiblemente cada capa funcional, está situada entre al menos una capa dieléctrica inferior y una capa dieléctrica superior, siendo dichas capas dieléctricas preferiblemente a base de ZnO, opcionalmente dopado con aluminio.
8. Substrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos una capa funcional, y preferiblemente cada capa funcional, comprende una capa superior a base de Si₃N₄, AlN o a base de una mezcla de los dos.
9. Substrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está directamente revestido con una capa a base de Si₃N₄, AlN o a base de una mezcla de los dos.
10. Substrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, en al menos un patrón funcional, y preferiblemente en cada patrón funcional, una capa metálica superior absorbente, preferiblemente a base de Ti, está situada entre la capa funcional a base de plata y al menos una capa dieléctrica superior.
11. Substrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los espesores de las capas constituyentes de dicho patrón para el apilamiento de tres capas, son:
ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄, y preferiblemente: ZnO/Ag/Ti/ZnO/Si₃N₄.
5 a 15/10 a 17/...5 a 15/25 a 65 nm ...,5 a 15/10 a 17/0,2 a 3/5 a 15/25 a 65 nm.
12. Substrato transparente según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que los espesores de las capas constituyentes de dicho patrón para el apilamiento de cuatro capas son:
ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄, y preferiblemente: ZnO/Ag/Ti/ZnO/Si₃N₄.
5 a 15/7 a 15/...5 a 15/23 a 65 nm ...,5 a 15/7 a 15/0,2 a 3/5 a 15/23 a 65 nm.
13. Proceso para fabricar un substrato transparente, principalmente de vidrio, provisto de un apilamiento de capas delgadas que comprende una pluralidad de capas funcionales, caracterizado por que al menos tres capas funcionales a base de plata se depositan sobre dicho substrato, y al menos tres patrones idénticos de capas funcionales se depositan sobre dicho substrato, siendo asociada cada capa funcional en cada patrón funcional a al menos una capa subyacente y/o suprayacente, presentando cada patrón funcional depositado la estructura siguiente: ZnO/Ag/...Si₃N₄, por qué dicho apilamiento presenta una resistencia $R_{\square} < 1,5 \Omega$ por cuadrado y por qué dicho substrato puede soportar al menos una operación de transformación que implica un tratamiento térmico a una temperatura de al menos 500°C.
14. Proceso según la reivindicación 13, caracterizado por que se depositan sobre dicho substrato al menos cuatro

capas funcionales a base de plata.

- 5 15. Proceso según la reivindicación 13 o la reivindicación 14, caracterizado por que el espesor total de las capas funcionales a base de plata depositadas es mayor que, o igual a, 25 nm y está comprendido preferiblemente entre 35 y 50 nm cuando el apilamiento comprende tres capas funcionales, y entre 28 y 64 nm cuando el apilamiento comprende al menos cuatro capas funcionales.
16. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, caracterizado por que, para al menos una capa funcional, y preferiblemente para cada capa funcional, al menos una capa dieléctrica inferior se deposita debajo de dicha capa funcional y una capa dieléctrica superior se deposita sobre dicha capa funcional, siendo dichas capas dieléctricas preferiblemente a base de ZnO, opcionalmente dopado con aluminio.
- 10 17. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, caracterizado por que una capa superior a base de Si₃N₄, AlN, o a base de una mezcla de los dos, se deposita sobre al menos una capa funcional, y preferiblemente sobre cada capa funcional.
18. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, caracterizado por que dicho sustrato se reviste directamente con una capa a base de Si₃N₄, AlN, o a base de una mezcla de los dos.
- 15 19. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, caracterizado por que, en al menos un patrón funcional, y preferiblemente en cada patrón funcional, una capa metálica superior absorbente, preferiblemente a base de Ti, se deposita encima de la capa funcional a base de plata y debajo de al menos una capa dieléctrica superior.
- 20 20. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19, caracterizado por que los espesores de las capas constituyentes de dicho patrón para el apilamiento de tres capas son:
ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄ y preferiblemente: ZnO/Ag/Ti/ZnO/Si₃N₄.
5 a 15/10 a 17/...5 a 15/25 a 65 nm ..., 5 a 15/10 a 17/0,2 a 3/5 a 15/25 a 65 nm.
21. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19, caracterizado por que los espesores de las capas constituyentes de dicho patrón para el apilamiento de cuatro capas son:
- 25 ZnO/Ag/...ZnO/Si₃N₄ y preferiblemente: ZnO/Ag/Ti/ZnO/ Si₃N₄.
5 a 15/7 a 15/...5 a 15/23 a 65 nm ..., 5 a 15/7 a 15/0,2 a 3/5 a 15/23 a 65 nm.
22. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 21, caracterizado por que el depósito de los patrones funcionales se realiza pasando varias veces dicho sustrato por un único dispositivo de fabricación.
- 30 23. Proceso según la reivindicación anterior, caracterizado por que, cuando dicho apilamiento comprende cuatro capas funcionales a base de plata, el depósito de los patrones se realiza por pares pasando dicho sustrato dos veces por un único dispositivo de fabricación.
24. Proceso según la reivindicación anterior, caracterizado por que los espesores de las capas depositadas son sustancialmente idénticos durante cada uno de los dos pases.
- 35 25. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 24, caracterizado por que cuando dicho sustrato se somete a una operación de transformación que implica un tratamiento térmico a una temperatura de al menos 500°C, su resistencia R_c disminuye en al menos 10%, o incluso al menos 15%.
26. Acristalamiento para control térmico y/o blindaje electromagnético y/o calentador, que incorpora al menos un sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.
- 40 27. Uso del sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, para producir, alternativa o acumulativamente, control térmico y/o blindaje electromagnético y/o acristalamiento calentador.

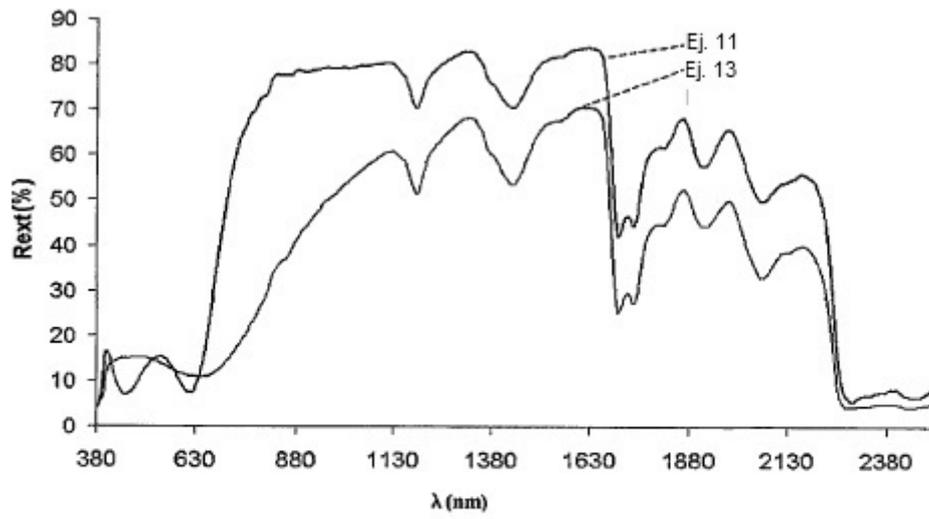


Fig. 1

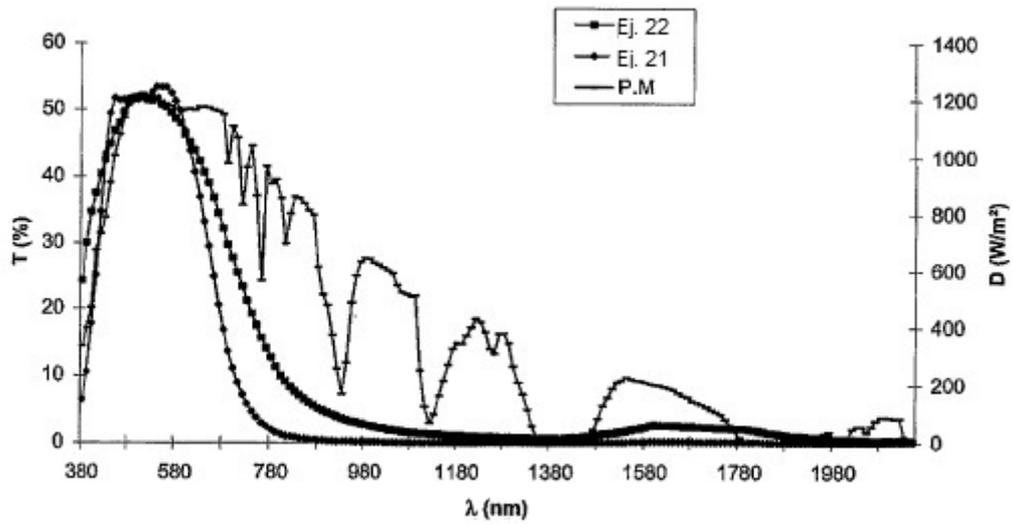


Fig. 2

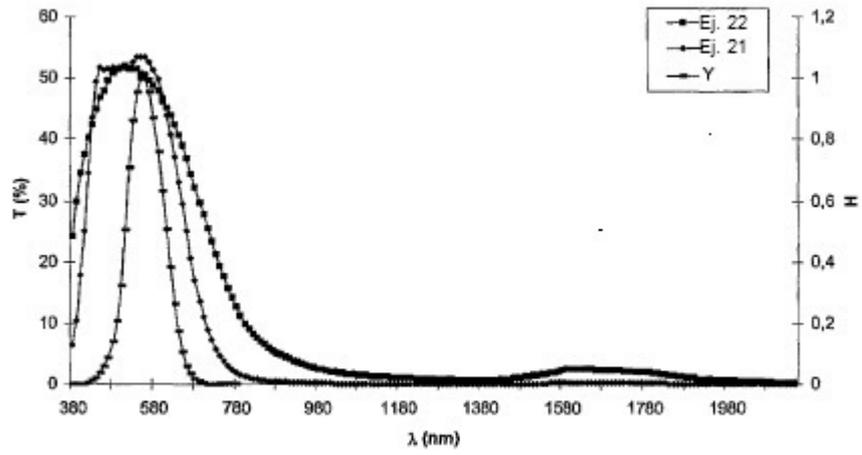


Fig. 3

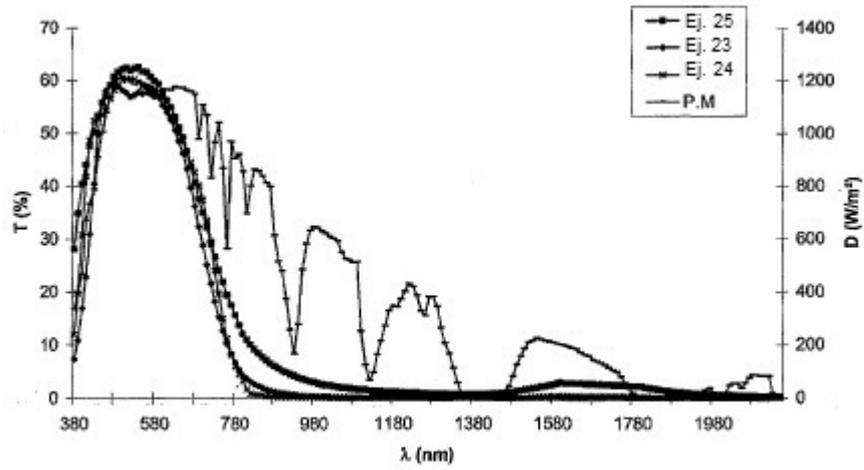


Fig. 4

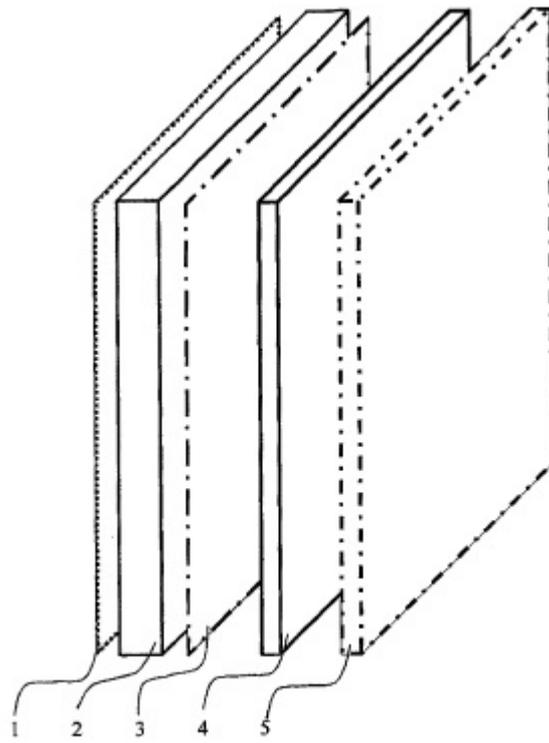


Fig. 5