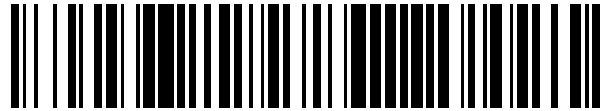


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 067**

51 Int. Cl.:

**C03C 17/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2002 PCT/US2002/32909**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2003 WO03033427**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2002 E 02773759 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 1441996**

54 Título: **Artículo recubierto con alta transmisión visible y baja emisividad**

30 Prioridad:

**17.10.2001 US 978184**

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

**27.02.2020**

73 Titular/es:

**GUARDIAN GLASS, LLC (100.0%)  
2300 Harmon Road  
Auburn Hills, MI 48326, US**

72 Inventor/es:

**LAIRD, RONALD, E.**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 2 745 067 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

Artículo recubierto con alta transmisión visible y baja emisividad

5 Esta invención se refiere a un artículo recubierto, en particular, esta invención se refiere a un artículo recubierto que tiene características de alta transmisión visible (p. ej., sin templado, curvatura térmica u otro tratamiento térmico significativo), color neutro (transmisivo y/o reflectante), durabilidad (mecánica y/o química), y/o baja emisividad (low-E), y a un método para fabricarlo.

10 **Antecedentes de la invención**

Los artículos recubiertos son conocidos en la técnica. Por ejemplo, véase la patente US-5.800.933 concedida a Hartig (la patente '933). La patente '933 describe, *entre otras cosas*, una pila de capas de: sustrato de vidrio/TiO<sub>2</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/NiCr/Ag/NiCr/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. En las columnas 22-25 de la patente '933, puede observarse del Ejemplo A no tratable con calor que la unidad de vidrio aislante (UVA) resultante utilizaba láminas de vidrio de 2,3 mm y tenía una transmisión visible de un 69,5 %, un un shading coefficient (coeficiente de sombreado - SC) de 0,48, y por tanto un solar heat gain coefficient (coeficiente de ganancia térmica solar - SHGC) de aproximadamente 0,418 (es decir, SC = SHGC/0,87). Incluso utilizando estas láminas de vidrio transparentes finas (2,3 mm de espesor), la UVA todavía no era capaz de alcanzar una transmisión visible de al menos un 70 %; esto es desafortunado en determinadas situaciones no limitativas. Además, a veces sería deseable tener un SC y/o SHGC que fuera inferior al indicado anteriormente, por razones de control solar que apreciarán los expertos en la técnica.

25 US-5.962.115 describe un vidrio recubierto multicapa que comprende un sustrato de vidrio, una capa dieléctrica (ZnO o SnO), una capa subestoiquiométrica de ZnO, una capa de plata, una capa subestoiquiométrica de CrO y una capa dieléctrica.

US-5.153.054 describe un sustrato de vidrio recubierto con una capa dieléctrica (TiO<sub>2</sub> o SnO<sub>2</sub>), una capa de ZnO, una capa de plata, una capa de acero inoxidable (que se oxida) y una capa dieléctrica. Opcionalmente la capa de plata está "duplicada".

30 EP 0 870 601 describe un sustrato de vidrio recubierto con una capa dieléctrica (SnO<sub>2</sub>), una capa de ZnO, una capa de plata, una capa de NiCr (que se oxida) y una capa dieléctrica (SnO<sub>2</sub>).

35 DE 42 11 363 A describe un sustrato de vidrio recubierto con una capa de ZnO, una capa de plata, una capa subestoiquiométrica de óxido de NiCr, una capa de ZnO y una capa de TiO<sub>2</sub>.

EP 0 963 960 describe un vidrio con múltiples capas de Ag con capas dieléctricas entre ellas, que comprende una capa de contacto de NiCrOx sobre las capas de Ag.

40 El experto en la técnica apreciará que existe una necesidad en la técnica de un artículo recubierto que pueda utilizarse en aplicaciones monolíticas y/o aplicaciones tales como UVA, de modo que las UVA resultantes puedan lograr una alta transmisión visible (p. ej., transmisión visible de al menos un 70 %) junto con uno o más de (a) un SHGC no superior a aproximadamente 0,45, más preferiblemente no superior a aproximadamente 0,40; (b) un SC no superior a aproximadamente 0,49, más preferiblemente no superior a aproximadamente 0,46; (c) durabilidad química y/o mecánica; (d) color de transmisión neutro, de modo que el valor a\* de transmisión sea de -5,0 a 0 (más preferiblemente de -3,5 a -1,5), y el valor b\* de transmisión sea de -2,0 a 4,0 (más preferiblemente de 1,0 a 3,0); y (e) un color reflectante neutro desde el exterior de la UVA (es decir, Rg/R<sub>out</sub>) de modo que el valor a\* reflectante sea de -3,0 a 2,0 (más preferiblemente -2,0 a 0,5), y el valor b\* reflectante sea de -5,0 a 1,0 (más preferiblemente -4,0 a -1,0).

50 **Breve resumen de la invención**

Un objeto de esta invención es proporcionar un artículo recubierto según la reivindicación 1.

55 En la presente memoria se describen artículos que tienen una pila de capas que comprende: sustrato/TiO<sub>x</sub>/ZnO<sub>x</sub>/Ag/NiCrO<sub>x</sub>/SnO<sub>x</sub>/ZnO<sub>x</sub>/Ag/NiCrO<sub>x</sub>/SnO<sub>x</sub>/Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>.

En una realización de esta invención, uno o más de los objetivos y/o necesidades indicadas anteriormente se satisfacen proporcionando un artículo recubierto que comprende:  
un recubrimiento o sistema de capas soportado por un sustrato de vidrio, comprendiendo el recubrimiento o sistema de capas desde el sustrato de vidrio hacia fuera:

- 60 a) una capa que incluye óxido de titanio;  
b) una capa de contacto que incluye óxido de cinc;  
c) una capa que incluye plata;  
d) una capa que incluye óxido de níquel y cromo;  
65 e) una capa que incluye óxido de estaño;  
f) una capa que incluye óxido de cinc;

- g) una capa que incluye plata;
- h) una capa que incluye óxido de níquel y cromo; y
- i) una capa que incluye nitruro de silicio;

5 en donde el artículo recubierto tiene una transmisión visible de al menos aproximadamente el 70 % y el recubrimiento o sistema de capas tiene una resistencia laminar ( $R_s$ ) no superior a 5,0 ohmios/cuadrado.

### Breve descripción de los dibujos

10 La Figura 1 es una vista en sección transversal de un artículo recubierto según una realización ilustrativa de esta invención.

15 La Fig. 2 es una vista en sección transversal de una unidad de vidrio aislante (UVA) que utiliza el artículo recubierto de la Fig. 1 (o de forma alternativa el artículo recubierto de la Fig. 3 o de la Fig. 4) según una realización ilustrativa de esta invención.

La Fig. 3 es una vista en sección transversal de un artículo recubierto según otra realización ilustrativa de esta invención similar a la realización de la Fig. 1, salvo que la capa de óxido de estaño no está presente.

20 La Fig. 4 es una vista en sección transversal de un artículo recubierto según otra realización ilustrativa de esta invención que ilustra que puede proporcionarse una diamond-like carbon (capa de carbono tipo diamante - DLC) sobre la parte superior de los recubrimientos o sistemas de capas en la presente memoria.

### Descripción detallada de realizaciones ilustrativas de la invención

25 A continuación se hace referencia más especialmente a los dibujos adjuntos, en los cuales los números de referencia similares indican partes similares en todas las distintas vistas.

30 Algunas realizaciones de esta invención proporcionan un recubrimiento o sistema de capas de baja emisividad que puede utilizarse en aplicaciones tales como unidades de ventana con vidrio aislante (VA), ventanas para vehículos, claraboyas, puertas de vidrio y similares. Los artículos recubiertos (p. ej., UVA o unidades monolíticas) según algunas realizaciones de esta invención tienen preferiblemente una alta transmisión visible de al menos un 70 % (p. ej., cuando se utilizan sustratos de vidrio de 1,0 a 3,5 mm de espesor). En el contexto del ejemplo de unidades de VA, esta alta transmisión visible se combina con al menos uno de: (a) un SHGC no superior a aproximadamente 0,45, más preferiblemente no superior a aproximadamente 0,40; (b) un SC no superior a aproximadamente 0,49, más preferiblemente no superior a aproximadamente 0,46; (c) durabilidad química y/o mecánica; (d) color de transmisión neutro, de modo que el valor  $a^*$  de transmisión sea de -5,0 a 0 (más preferiblemente de -3,5 a 1,5), y el valor  $b^*$  de transmisión sea de -2,0 a 4,0 (más preferiblemente de 1,0 a 3,0); y (e) un color reflectante neutro desde el exterior de la UVA (es decir,  $R_g/R_{out}$ ) de manera que el valor  $a^*$  reflectante, (es decir,  $a^*_g$ ) sea de -3,0 a 2,0 (más preferiblemente de -2,0 a 0,5), y el valor  $b^*$  reflectante (es decir,  $b^*_g$ ) sea de -5,0 a 1,0 (más preferiblemente de -4,0 a 1,0).

40 La Figura 1 es una vista en sección transversal lateral de un artículo recubierto según una realización no limitativa ilustrativa de esta invención. El artículo recubierto incluye el sustrato 1 (p. ej., sustrato de vidrio transparente, verde, bronce o verde azulado de aproximadamente 1,0 a 10,0 mm de espesor, más preferiblemente de aproximadamente 1,0 mm a 3,5 mm de espesor) y un recubrimiento 27 (o sistema de capas) proporcionado sobre el sustrato 1 ya sea directa o indirectamente. El recubrimiento 27 (o sistema de capas) incluye: una primera capa 3 antirreflectante dieléctrica, una primera capa 7 de contacto inferior (que está en contacto con la capa 9), una primera capa reflectante 9 de infrarrojos (IR) metálica conductora, una primera capa 11 de contacto superior (que está en contacto con la capa 9), una segunda capa dieléctrica 13 (que puede depositarse en una o múltiples etapas en diferentes realizaciones de esta invención), una segunda capa 17 de contacto inferior (que está en contacto con la capa 19), una segunda capa 19 reflectante de IR metálica conductora, una segunda capa 21 de contacto superior (que está en contacto con la capa 19), una tercera capa dieléctrica 23 y, por último, una cuarta capa dieléctrica 25 protectora. Las capas 7, 11, 17 y 21 de "contacto" hacen contacto, cada una, con al menos una capa reflectante de IR (p. ej., una capa de Ag). Las capas 3-25 mencionadas anteriormente componen un recubrimiento 27 de baja emisividad que se proporciona en el sustrato 1 de vidrio o plástico.

55 En determinadas realizaciones preferidas de esta invención, la primera capa dieléctrica 3 puede ser de, o incluir, óxido de titanio (p. ej.,  $TiO_x$  donde  $x$  es de 1,7 a 2,3, con máxima preferencia  $x$  es aproximadamente 2,0). Sin embargo, en otras realizaciones, la capa 3 puede ser de, o incluir, nitruro de silicio ( $Si_xN_y$  donde  $x/y$  puede ser aproximadamente 0,75 (es decir,  $Si_3N_4$ ), o de forma alternativa  $x/y$  puede ser aproximadamente 0,76 a 1,5 en realizaciones enriquecidas con Si), óxido de aluminio, óxido de estaño, óxido de cinc,  $BiO_x$ ,  $SiZrN$ , o cualquier otro material dieléctrico adecuado. Preferiblemente, la primera capa dieléctrica 3 tiene un índice de refracción "n" de al menos 1,7, y preferiblemente de 2,0 a 2,7, y con máxima preferencia de 2,2 a 2,6. La primera capa dieléctrica 3 funciona como una capa antirreflectante en determinadas realizaciones de esta invención.

65 Las capas reflectantes 9 y 19 de infrarrojos (IR) son, preferiblemente, metálicas y conductoras, y pueden fabricarse con, o incluir, plata (Ag), oro, o cualquier otro material reflectante de IR adecuado. Sin embargo, la Ag metálica es el material de elección para las capas 9 y 19 reflectantes de IR en determinadas realizaciones no

limitantes de esta invención. Estas capas reflectantes de IR permiten que el recubrimiento 27 tenga baja emisividad y/o buenas características de control solar.

Las capas 11 y 21 de contacto superiores (donde "superiores" significa las capas de contacto encima de las respectivas capas reflectantes 9, 19 de IR) son de, o incluyen, óxido de níquel (Ni), óxido de cromo (Cr), o un óxido de aleación de níquel tal como un óxido de níquel y cromo ( $\text{NiCrO}_x$ ), en realizaciones preferidas de esta invención. El uso de, por ejemplo,  $\text{NiCrO}_x$  para/en estas capas permite mejorar la durabilidad, en comparación con el uso de algunos otros materiales (p. ej., en comparación con el óxido de cinc). Las capas 11 y/o 21 de  $\text{NiCrO}_x$  pueden oxidarse totalmente en determinadas realizaciones de esta invención (es decir, son completamente estequiométricas), o pueden oxidarse en al menos el 50 % en otras realizaciones de esta invención. Si bien el  $\text{NiCrO}_x$  es un material preferido para las capas 11, 21 de contacto superiores, los expertos en la técnica reconocerán que pueden utilizarse otros materiales en su lugar (p. ej., óxidos de Ni, óxidos de aleaciones de Ni, óxidos de Cr, óxidos de aleaciones de Cr,  $\text{NiCrO}_x\text{N}_y$ , u otro material adecuado) para una o más de estas capas en realizaciones alternativas de esta invención. Se señala que las capas 11 y 21 de contacto pueden ser o no ser continuas en distintas realizaciones de esta invención, dependiendo de sus respectivos espesores.

Cuando las capas 11 y 21 de contacto superiores comprenden  $\text{NiCrO}_x$ , en algunas realizaciones, el Ni y el Cr pueden proporcionarse en distintas cantidades, tales como en forma de nicromo de aproximadamente 80-90 % de Ni y 10-20 % de Cr en peso. En otras realizaciones, los anticátodos de metalizado por bombardeo iónico utilizados para metalizar por bombardeo iónico la(s) capa(s) 11 y/o 21 pueden ser 50/50 de Ni/Cr, 60/40 de Ni/Cr, 70/30 de Ni/Cr o cualquier otra relación adecuada. Un objetivo de metalizado al vacío ilustrativo para depositar estas capas incluye no solo el SS-316 que consiste prácticamente en 10 % de Ni y 90 % de otros ingredientes, principalmente Fe y Cr, sino potencialmente también la aleación de Haynes 214, (p. ej., véase la patente US-5.688.585). La(s) capa(s) 11 y/o 21 de contacto superiores (p. ej., de  $\text{NiCrO}_x$  o que lo incluyan) pueden tener o no una graduación de oxidación en diferentes realizaciones de esta invención. Graduación de oxidación significa que el grado de oxidación en la(s) capa(s) cambia en el espesor de la capa de modo que, por ejemplo, una capa de contacto puede graduarse de modo que se oxide menos en la interfase de contacto con la capa reflectante de IR inmediatamente adyacente que en una parte de la(s) capa(s) de contacto más alejada(s) de la capa reflectante de IR inmediatamente adyacente.

Las capas 7 y 17 de contacto inferiores (donde "inferiores" significa las capas de contacto en la capa que está debajo de las capas reflectantes 9, 19 de IR) son de, o incluyen, óxido de cinc (p. ej., de  $\text{ZnO}_x$ , donde x es de 0,6 a 1,2 en distintas realizaciones, más preferiblemente x es de 0,7 a 1,0) en realizaciones preferidas, pero no limitantes, de esta invención. Por ejemplo, la(s) capa(s) 7 y/u 11 de contacto inferiores pueden consistir esencialmente en óxido de cinc en determinadas realizaciones de esta invención, mientras que en otras realizaciones de esta invención la(s) capa(s) 7 y/u 11 de contacto inferiores pueden incluir o consistir prácticamente en  $\text{ZnAlO}_x$ , donde x se ajusta a un valor de modo que el porcentaje de Al (en peso) en la capa sea de aproximadamente 0-15 %, más preferiblemente de aproximadamente 0-6 %, y con máxima preferencia de aproximadamente 1-4 %. El uso de estos materiales (p. ej.,  $\text{ZnO}_x$ ,  $\text{ZnAlO}_x$ , o similares) para la(s) capa(s) 7 y/o 17 de contacto inferiores permite que la transmisión visible del artículo recubierto resultante aumente (comparado con si se utilizó  $\text{NiCrO}_x$  para estas capas), permite reducir la resistencia laminar  $R_s$  y/o la emisividad, y sobre todo permite mejorar el rendimiento solar. En la(s) capa(s) 7 y/o 17 que incluyen  $\text{ZnO}_x$ , x puede fijarse de modo que la capa sea completamente estequiométrica (p. ej.,  $\text{ZnO}$ ), o de forma alternativa puede fijarse a un valor de 0,4 a 0,99, más preferiblemente de 0,7 a 0,99, y con máxima preferencia de 0,8 a 0,99 de modo que la(s) capa(s) sea(n) más conductora(s) (p. ej., esto puede hacerse reduciendo la cantidad de gas oxígeno y aumentando la cantidad de gas Ar utilizados durante un proceso de recubrimiento por metalizado por bombardeo iónico). De forma adicional, en determinadas realizaciones de esta invención, la(s) capa(s) 7 y/o 17 tienen un índice de refracción de 1,8 a 2,2, más preferiblemente de aproximadamente 1,9 a 2,1, de modo que, por ejemplo, las capas 3 y 7 sean claramente películas separadas y diferenciadas.

Sorprendentemente, se ha descubierto que utilizar  $\text{ZnO}_x$ ,  $\text{ZnAlO}_x$  o similares para la(s) capa(s) 7 y/o 17 de contacto inferiores, mientras se utiliza  $\text{NiCrO}_x$  para la(s) capa(s) 11 y/o 21 de contacto superiores, el artículo recubierto resultante puede conseguir una combinación de alta transmisión visible y resistencia laminar  $R_s$  reducida, así como una durabilidad (mecánica y/o química) aceptable. El muy duradero  $\text{NiCrO}_x$  se utiliza para las capas 11 y/o 21 de contacto superiores para proporcionar durabilidad, mientras que el  $\text{ZnO}_x$ , el  $\text{ZnAlO}_x$ , o similares de control solar se usan para la(s) capa(s) 7 y/o 17 para mejorar la transmisión visible y/u otras características solares. En otras palabras, el  $\text{NiCrO}_x$  proporciona una buena durabilidad, especialmente cuando está sobre las capas de Ag, y la(s) capa(s) de contacto que incluye(n) óxido de cinc permite(n) combinar una alta transmisión visible con una baja resistencia laminar  $R_s$  y/o buen rendimiento solar.

La segunda capa dieléctrica 13 actúa como una capa de acoplamiento entre las dos mitades del recubrimiento 27 y es de, o incluye, óxido de estaño (p. ej.,  $\text{SnO}_2$  o alguna forma no estequiométrica del mismo) en determinadas realizaciones de esta invención. Sin embargo, pueden utilizarse otros materiales dieléctricos para la capa 13 incluyendo, aunque no de forma limitativa, nitruro de silicio, dióxido de titanio, óxido de niobio, oxinitruro de silicio, óxido de cinc o similares.

La tercera y cuarta capas dieléctricas 23 y 25 permiten mejorar la resistencia ambiental del recubrimiento 27 y también se proporcionan para obtener color. En algunas realizaciones ilustrativas, la capa dieléctrica 23 puede ser de, o incluir, óxido de estaño (p. ej.,  $\text{SnO}_2$ ), aunque se pueden utilizar otros materiales en su lugar. La capa dieléctrica 25 puede ser de, o incluir, nitruro de silicio (p. ej.,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) en determinadas realizaciones de esta

invención, aunque pueden utilizarse otros materiales en su lugar, tales como dióxido de titanio, oxinitruro de silicio, óxido de estaño, óxido de cinc, óxido de niobio o similares.

5 También puede(n) proporcionarse otra(s) capa(s) por debajo o por encima del recubrimiento ilustrado 27. Por tanto, aunque el sistema de capas o recubrimiento 27 está “sobre” o “soportado por” el sustrato 1 (directa o indirectamente), puede(n) proporcionarse otra(s) capa(s) entre los mismos. Así, por ejemplo, el recubrimiento 27 de la Fig. 1 puede considerarse “sobre” y “soportado por” el sustrato 1 incluso si se proporcionan otras capas entre la capa 3 y el sustrato 1. Además, determinadas capas del recubrimiento 27 pueden eliminarse en algunas realizaciones, mientras que otras pueden añadirse en otras realizaciones de esta invención sin abandonar el espíritu general de algunas realizaciones de esta invención. Por ejemplo, en la realización de la Fig. 3 de esta invención, se proporciona un recubrimiento 27 que es similar al recubrimiento de la Fig. 1 salvo en que la capa 23 superior que incluye SnO<sub>2</sub> no está presente en la realización de la Fig. 3.

15 La Fig. 2 ilustra el recubrimiento o sistema 27 de capas utilizado en la superficie n.º 2 de una unidad de ventana de VA. Los recubrimientos 27 según cualquiera de las realizaciones en la presente memoria pueden utilizarse en las UVA como se muestra en la Fig. 2. Para diferenciar la “cara interior” de la UVA de la “cara exterior”, el sol 29 se presenta esquemáticamente en el exterior. La UVA incluye un panel o lámina de vidrio en la cara exterior (es decir, el sustrato 1 de la Fig. 1) y un panel o lámina 31 de vidrio en la cara exterior. Estos dos sustratos de vidrio (p. ej., vidrio flotado de 1-10 mm de espesor) se sellan en sus bordes periféricos mediante un sellante convencional y/o separador 33 y pueden estar provistos de una tira desecante convencional (no mostrada). Los paneles pueden entonces retenerse en un marco de retención de puerta o ventana convencional. Al sellar los bordes periféricos de las láminas de vidrio y sustituir el aire en el espacio aislante (o cámara) 30 por un gas tal como argón, se forma una UVA típica con un valor aislante alto. Opcionalmente, el espacio aislante 30 puede estar a una presión inferior a la presión atmosférica en determinadas realizaciones alternativas (con o sin un gas en el espacio 30), aunque esto por supuesto no es necesario en todas las realizaciones. Aunque se proporciona la cara interior del sustrato 1 con el recubrimiento 27 en la Fig. 2, esta invención no es tan limitante (p. ej., en otras realizaciones de esta invención, puede proporcionarse el recubrimiento 27 sobre la superficie interior del sustrato 31).

30 Volviendo a la Fig. 1, aunque pueden utilizarse varios espesores correspondientes a uno o más de los objetos tratados en la presente memoria, los espesores preferidos ilustrativos y materiales ilustrativos para las respectivas capas sobre el sustrato 1 de vidrio de la realización de las Figs. 1-2 son las siguientes:

Tabla 1 (Materiales/espesores ilustrativos; realización de la figura 1)

Capa	Intervalo preferido (Å)	Más preferido (Å)	Ejemplo (Å)
TiO <sub>2</sub> (capa 3)	0-700 Å	100-400 Å	200 Å
ZnO <sub>x</sub> (capa 7)	25-200 Å	40-150 Å	90 Å
Ag (capa 9)	50-250 Å	80-200 Å	130 Å
NiCrO <sub>x</sub> (capa 11)	5-100 Å	15-60 Å	30 Å
SnO <sub>2</sub> (capa 13)	0-1,000 Å	500-900 Å	680 Å
ZnO <sub>x</sub> (capa 17)	25-200 Å	40-150 Å	90 Å
Ag (capa 19)	50-250 Å	80-220 Å	168 Å
NiCrO <sub>x</sub> (capa 21)	5-100 Å	15-60 Å	30 Å
SnO <sub>2</sub> (capa 23)	0-500 Å	70-200 Å	125 Å
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> (capa 25)	0-500 Å	120-320 Å	220 Å

35 En determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención, el recubrimiento/los sistemas 27 de capas según todas las realizaciones anteriores tienen las siguientes características de baja emisividad indicadas en la Tabla 2 cuando se proporcionan en el contexto de una unidad de ventana de VA (véase la Fig. 2), sin ningún tratamiento térmico significativo tal como el templado o curvado térmico (aunque el tratamiento térmico puede llevarse a cabo en otras realizaciones de esta invención). Se señala que en la Tabla 2 el término E<sub>n</sub> significa emisividad/emisancia normal.

Tabla 2: Características de baja emisividad (sin tratamiento térmico)

Característica	General	Más preferida	Máxima preferencia
R <sub>s</sub> (ohms/cuadrado):	<= 5,0	<= 3,5	<= 2,8
E <sub>n</sub> :	<= 0,07	<= 0,04	<= 0,03

45 Además, los artículos recubiertos que incluyen recubrimientos 27 según algunas realizaciones ilustrativas de esta invención tienen las siguientes características solares (p. ej., cuando el o los recubrimientos se proporcionan sobre un sustrato 1 de vidrio sílico-sodo-cálcico transparente con un espesor de 2,0 a 3,2 mm) en forma monolítica. En la Tabla 3

que sigue,  $R_gY$  es la reflexión visible desde el lado del vidrio (g) del artículo monolítico, mientras que  $R_fY$  es el reflejo visible desde el lado del artículo monolítico sobre el que se sitúa la película (f) (es decir, el recubrimiento 27).

Tabla 3: Características solares de la unidad monolítica

5

Característica	General	Más preferida
$T_{vis}$ (o TY) (Iluminante C, 2°):	$\geq 70 \%$	$\geq 75 \%$
$a^*_t$ (Iluminante C, 2°):	-5,0 a 0,0	-4,0 a -1,5
$b^*_t$ (Iluminante C, 2°):	-4,0 a 4,0	1,0 a 3,0
$R_gY$ (Iluminante C, 2°):	1 a 10 %	3 a 6 %
$a^*_g$ (Iluminante C, 2°):	-2,0 a 4,0	0,0 a 2,5
$b^*_g$ (Iluminante C, 2°):	-7,0 a 1,0	-5,0 a 0,0
$R_fY$ (Iluminante C, 2°):	1 a 7 %	1 a 5 %
$a^*_f$ (Iluminante C, 2°):	-2,0 a 5,0	-0,5 a 3,0
$b^*_f$ (Iluminante C, 2°):	-9,0 a 1,0	-7,0 a -0,0
SHGC:	$\leq 0,49$	$\leq 0,45$
SC:	$\leq 0,56$	$\leq 0,53$
$T_{ultravioleta}$ :	$\leq 0,41$	$\leq 0,39$
$T_{UV}$ daño ponderado:	$\leq 0,50$	$\leq 0,48$

Por otro lado, las unidades de ventana de VA que utilizan los recubrimientos 27 según determinadas realizaciones de esta invención como se muestra en la Fig. 2 tienen las siguientes características solares (p. ej., donde el sustrato 1 de vidrio recubierto es un sustrato de vidrio sílico-sodo-cálcico transparente de 2 a 3,2 mm de espesor y el otro sustrato 31 de vidrio sílico-sodo-cálcico es transparente y de 2 a 3,2 mm de espesor, sin ningún tratamiento térmico significativo). En la Tabla 4 a continuación,  $R_gY$  es el reflejo visible desde el lado externo o exterior de la ventana (es decir, desde donde se encuentra el Sol en la Fig. 2), y  $R_fY$  es el reflejo visible desde el lado interior (p. ej., desde el interior de un edificio) y los valores  $a^*$  y  $b^*$  en estos parámetros de reflexión respectivos también corresponden al lado del vidrio (g) (es decir, desde el exterior de la ventana en la Fig. 2) y el lado de la película (f) (es decir, desde el interior de la ventana en la Fig. 2).

10

15

Tabla 4: Características solares de la UVA

Característica	General	Más preferida
$T_{vis}$ (o TY) (Iluminante C, 2°):	$\geq 69 \%$	$\geq 70 \%$
$a^*_t$ (Iluminante C, 2°):	-5,0 a 0,0	-3,5 a -1,5
$b^*_t$ (Iluminante C, 2°):	-2,0 a 4,0	1,0 a 3,0
$R_gY$ (Iluminante C, 2°):	7 a 13 %	9 a 11 %
$a^*_g$ (Iluminante C, 2°):	-3,0 a 2,0	-2,0 a 0,5
$b^*_g$ (Iluminante C, 2°):	-5,0 a 1,0	-4,0 a -1,0
$R_fY$ (Iluminante C, 2°):	7 a 14 %	10 a 12 %
$a^*_f$ (Iluminante C, 2°):	-3,0 a 2,0	-1,5 a 0,5
$b^*_f$ (Iluminante C, 2°):	-5,0 a 1,0	-4,0 a -1,5
SHGC:	$\leq 0,49$	$\leq 0,45$
SC:	$\leq 0,56$	$\leq 0,53$
$T_{ultravioleta}$ :	$\leq 0,41$	$\leq 0,39$
$T_{UV}$ daño ponderado:	$\leq 0,50$	$\leq 0,48$

Se señala que algunos parámetros pueden ajustarse ajustando los espesores de las capas. Por ejemplo, la transmisión ultravioleta (UV) ( $T_{ultravioleta}$ ) puede reducirse mucho más ajustando el(los) espesor(es) dieléctrico(s).

20

La Fig. 4 es una vista en sección transversal de un artículo recubierto según otra realización ilustrativa más de esta invención. La realización de la Fig. 4 es la misma que la realización de la Fig. 1, salvo en que se proporcionan una o más diamond-like carbon (carbono tipo diamante - DLC) 26 como sobrerrecubrimiento sobre la parte superior de la capa 25 de nitruro de silicio (y opcionalmente en contacto con esta) (nota: la realización de la Fig. 3 puede modificarse de modo similar). La capa 26 que incluye DLC puede ser hidrófoba, hidrófila o ninguna de las dos, en distintas realizaciones de esta invención. Por ejemplo y sin limitación, cualquiera de las capas que incluyen DLC descritas y/o ilustradas en cualquiera de las patentes US- 6.261.693, US-6.277.480, US-6.280.834 y/o US-6.284.377 puede utilizarse como capa 26 que incluye DLC en distintas realizaciones de esta invención. La(s) capa(s) 26 que incluyen DLC pueden depositarse sobre el sustrato 1 como un sobrerrecubrimiento mediante una técnica de deposición con haces de iones o cualquier otro proceso de deposición.

25

30

Ejemplos 1-2

Los siguientes artículos recubiertos ilustrativos (Ejemplos 1 y 2) se fabricaron según la realización de la Fig. 3 anterior (es decir, la capa 23 no estaba presente en el recubrimiento 27). En el Ejemplo 1, el recubrimiento o sistema 27 de capas de la Fig. 3 se metalizó por bombardeo iónico sobre un sustrato de vidrio sílico-sodo-cálcico transparente de 3 mm de espesor utilizando una metalizadora Leybold (sistema catódico 27) a una velocidad lineal de 2,5 metros por minuto. La metalizadora se configuró/accionó como se indica a continuación en la Tabla 5 para los Ejemplos 1-2. La potencia (P) se midió en kW, la corriente (I) en amperios y la presión (Pres.) en mbares. El flujo de gas para el gas Ar se midió en sccm, e incluía un flujo de gas Ar procedente de segmentos de ajuste de gas. Por lo tanto, por ejemplo, para el cátodo 1 había 350 sccm de flujo de gas Ar principal, y los tres segmentos de ajuste de gas se ajustaron a una salida de 50 sccm cada uno de gas Ar para dicho cátodo, que alcanzó 500 sccm de flujo de gas Ar para el cátodo 1. Para los cátodos 1 y 2, el flujo de gas de oxígeno se controló y determinó ajustando los tres set points (puntos de ajuste - SP) para controlar la emisión de plasma a 18 (esto es a lo que se refiere S.P. en la Tabla 5 que sigue). Nota: el o los anticátodos de NiCr eran de Ni/Cr 80/20. El ajuste de la metalizadora fue el mismo para los Ejemplos 1 y 2 y, monolíticamente, la única diferencia entre los ejemplos es que en el Ejemplo 1 el recubrimiento 27 se metalizó por bombardeo iónico sobre un sustrato de vidrio transparente de 3 mm de espesor, mientras que en el Ejemplo 2 el recubrimiento 27 se metalizó por bombardeo iónico sobre un sustrato de vidrio transparente de 4 mm de espesor.

Tabla 5: Configuración ilustrativa de la metalizadora (Ejemplos 1-2)

Cátodo	Anticátodo	Voltios (V)	P (kW)	Ar (sccm)	O <sub>2</sub> (sccm)	N <sub>2</sub> (sccm)	Pres. (mbares)	I (amp)
#1	Ti	704	75	500	SP	75	2,73x10 <sup>-3</sup>	90
#6	Ti	657	75	500	SP	75	4,87x10 <sup>-3</sup>	89
#7	ZnAl	600	22	350	530	0	4,83x10 <sup>-3</sup>	45
#9	Ag	438	5,5	150	0	0	2,35x10 <sup>-3</sup>	11,8
#10	NiCr	448	9	250	80	0	1,43x10 <sup>-3</sup>	18,7
#12	Sn	440	16	300	530	75	5,21x10 <sup>-3</sup>	34
#13	Sn	476	21	300	965	75	5,28x10 <sup>-3</sup>	50
#14	Sn	423	21	125	470	75	1,07x10 <sup>-2</sup>	50
#15	Sn	434	22,5	125	470	75	1,07x10 <sup>-2</sup>	50
#16	Sn	425	22	125	470	75	4,72x10 <sup>-3</sup>	55
#18	ZnAl	373	22	350	570	0	4,71x10 <sup>-3</sup>	72
#20	Ag	392	7,3	250	0	0	2,00x10 <sup>-3</sup>	18,8
#21	NiCr	495	8	250	75	0	1,99x10 <sup>-3</sup>	16,5
#25	Si	486	55	350	0	675	6,04x10 <sup>-3</sup>	134
#26	Si	444	55	350	0	1200	6,04x10 <sup>-3</sup>	140

Después del metalizado por bombardeo iónico de dicho recubrimiento 27 sobre el sustrato 1(3 mm de espesor en el Ejemplo 1 y 4 mm de espesor en el Ejemplo 2), los artículos recubiertos se midieron monolíticamente (véanse las Tablas 6-7 abajo). A continuación, el recubrimiento 27, que incluía el sustrato recubierto y el sustrato 1 de cada ejemplo, se unió a otro sustrato 31 de vidrio sílico-sodo-cálcico transparente (el otro sustrato 31 era de 2,3 mm en el Ejemplo 1 y de 3 mm de espesor en el Ejemplo 2) para formar una UVA para cada ejemplo como se muestra en la Fig. 2. En las UVA también se midieron las propiedades solares.

Las propiedades solares medidas de las unidades monolíticas y las UVA se indican en las Tablas 6-7 a continuación:

Tabla 6: Características solares de la unidad monolítica y la UVA (Ejemplo 1)

Característica	Monolítica (Ej. 1)	UVA (Ej. 1)
T <sub>vis</sub> (o TY) (Iluminante C, 2°):	77,8 %	71 %
a* <sub>i</sub> (Iluminante C, 2°):	>-2,9	>-2,9
b* <sub>i</sub> (Iluminante C, 2°):	2,0	2,0
R <sub>g</sub> Y (Iluminante C, 2°):	4,85 %	9,9 %
a* <sub>g</sub> (Iluminante C, 2°):	0,85	-1,0
b* <sub>g</sub> (Iluminante C, 2°):	-2,75	-2,0
R <sub>f</sub> Y (Iluminante C, 2°):	4 %	11,5 %
a* <sub>f</sub> (Iluminante C, 2°):	2,5	-0,4
b* <sub>f</sub> (Iluminante C, 2°):	-6,0	-3,0
SHGC:	0,448	0,394
SC:	0,52	0,45
T <sub>ultravioleta</sub> :	0,38	0,32
T <sub>UV daño ponderado</sub> :	0,47	0,41

Tabla 7: Características solares de la unidad monolítica y la UVA (Ejemplo 2)

Característica	Monolítica (Ej. 2)	UVA (Ej. 2)
T <sub>vis</sub> (o TY) (Iluminante C, 2°):	76,2 %	69,5 %
a* <sub>t</sub> (Iluminante C, 2°):	-1,8	-2,3
b* <sub>t</sub> (Iluminante C, 2°):	2,05	2,09
R <sub>g</sub> Y (Iluminante C, 2°):	5 %	9,8 %
a* <sub>g</sub> (Iluminante C, 2°):	1,65	-0,1
b* <sub>g</sub> (Iluminante C, 2°):	-4,8	-2,4
R <sub>f</sub> Y (Iluminante C, 2°):	3,8 %	11,2 %
a* <sub>f</sub> (Iluminante C, 2°):	0,6	-0,4
b* <sub>f</sub> (Iluminante C, 2°):	-2,95	-1,1
SHGC:	0,448	0,397
SC:	0,52	0,46
T <sub>ultravioleta</sub> :	0,38	0,32
T <sub>UV</sub> daño ponderado:	0,47	0,41

Ejemplo 3

El Ejemplo 3 es un ejemplo teórico, y sus características se indican más adelante, incluidos tanto los datos de ajuste de la metalizadora como los datos de las características solares. Mientras que los Ejemplos 1-2 abordan las realizaciones de las Figs. 2-3, el Ejemplo 3 se refiere a la realización de las Figs. 1-2. Obsérvese que debe utilizarse el cátodo n.º 23 en la metalizadora para formar la capa 23 de óxido de estaño como se muestra en la Fig. 1.

Tabla 8: Configuración ilustrativa de la metalizadora (Ejemplo 3)

Cátodo	Anticátodo	Voltios (V)	P (kW)	Ar (sccm)	O <sub>2</sub> (sccm)	N <sub>2</sub> (sccm)	Pres. (mbares)	I (amp)
#1	Ti	704	75	500	SP	75	2,73x10 <sup>-3</sup>	90
#6	Ti	657	75	500	SP	75	4,87x10 <sup>-3</sup>	89
#7	ZnAl	600	22	350	530	0	4,83x10 <sup>-3</sup>	45
#9	Ag	438	5,5	150	0	0	2,35x10 <sup>-3</sup>	11,8
#10	NiCr	448	9	250	80	0	1,43x10 <sup>-3</sup>	18,7
#12	Sn	440	16	300	530	75	5,21x10 <sup>-3</sup>	34
#13	Sn	476	21	300	965	75	5,28x10 <sup>-3</sup>	50
#14	Sn	423	21	125	470	75	1,07x10 <sup>-2</sup>	50
#15	Sn	434	22,5	125	470	75	1,07x10 <sup>-2</sup>	50
#16	Sn	425	22	125	470	75	4,72x10 <sup>-3</sup>	55
#18	ZnAl	373	22	350	570	0	4,71x10 <sup>-3</sup>	72
#20	Ag	392	7,3	250	0	0	2,00x10 <sup>-3</sup>	18,8
#21	NiCr	495	8	250	75	0	1,99x10 <sup>-3</sup>	16,5
#23	Sn	387	24	125	500	90	2,78x10 <sup>-3</sup>	60
#25	Si	486	35	350	0	675	6,04x10 <sup>-3</sup>	72
#26	Si	444	35	350	0	1200	6,04x10 <sup>-3</sup>	79

Después del metalizado por bombardeo iónico de dicho recubrimiento 27 sobre el sustrato 1 de vidrio de 2,3 mm de espesor, el artículo recubierto se mide teóricamente de forma monolítica. A continuación, el sustrato recubierto que incluye el recubrimiento 27 y el sustrato 1 se unirá a otro sustrato 31 de vidrio sílico-sodo-cálcico transparente de 2,3 mm de espesor para formar una UVA para el Ejemplo 3. Las propiedades solares son las siguientes:

Tabla 9: Características solares de la unidad monolítica y la UVA (Ejemplo 3)

Característica	Monolítica (Ej. 3)	UVA (Ej. 3)
T <sub>vis</sub> (o TY) (Iluminante C, 2°):	77 %	70 %
a* <sub>t</sub> (Iluminante C, 2°):	-3,25	-2,5
b* <sub>t</sub> (Iluminante C, 2°):	2,0	2,0
R <sub>g</sub> Y (Iluminante C, 2°):	5 %	10 %
a* <sub>g</sub> (Iluminante C, 2°):	1,0	-0,5
b* <sub>g</sub> (Iluminante C, 2°):	-3,0	-2,0
R <sub>f</sub> Y (Iluminante C, 2°):	4 %	11,5 %
a* <sub>f</sub> (Iluminante C, 2°):	1,5	-0,5
b* <sub>f</sub> (Iluminante C, 2°):	-4,0	-2,5



Algunos términos se utilizan principalmente en la técnica de recubrimiento de vidrio, especialmente cuando se definen las propiedades y las características de control solar del vidrio recubierto. Dichos términos se utilizan en la presente memoria con su significado bien conocido. Por ejemplo, como se usa en la presente memoria:

La intensidad de la luz de longitud de onda visible reflejada, es decir, la “reflectancia” se define por su porcentaje y se indica como  $R_x Y$  o  $R_x$  (es decir, el valor Y como se cita más abajo en ASTM E-308-85), en donde “X” es “G” para el lado de vidrio o “F” para el lado de película. “Lado de vidrio” (p. ej., “G”) significa tal como se ve desde el lado del sustrato de vidrio opuesto a aquel en el que se encuentra el revestimiento mientras que “lado de película” significa tal como se ve desde el lado del sustrato de vidrio sobre la que se encuentra el recubrimiento.

Las características del color se miden y comunican en la presente memoria utilizando los valores  $a^*$ ,  $b^*$  y la escala CIE LAB (es decir, el diagrama CIE con los valores  $a^*$ ,  $b^*$ , iluminante CIE-C, observador a 2°). Pueden utilizarse de forma equivalente otras coordenadas similares como con el subíndice “h” para denotar el uso convencional de la escala de Hunter Lab, o iluminante CIE-C con un observador a 10°, o las coordenadas  $u^*v^*$  CIE LUV. Estas escalas se definen en la presente memoria según la norma ASTM D-2244-93 “Método de ensayo normalizado para el cálculo de las diferencias de color a partir de unas coordenadas de color medidas con un instrumento” 9/15/93 ampliada por la norma ASTM E-308-85, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 06.01 “Método normalizado para calcular los colores de los objetos utilizando el sistema CIE” y/o como se indica en IES LIGHTING HANDBOOK 1981 Reference Volume.

Los términos “emitancia” y “transmitancia” son bien conocidos en la técnica y se utilizan en la presente memoria según su significado bien conocido. Así, por ejemplo, el término “transmitancia” en la presente memoria significa transmitancia solar, compuesta de transmitancia de luz visible (TY), transmitancia de radiación infrarroja y transmitancia de radiación ultravioleta. La transmitancia total de energía solar (TS) normalmente se caracteriza entonces como media ponderada de estos otros valores. Con respecto a estas transmitancias, la transmitancia visible, como se indica en la presente memoria, se caracteriza mediante la técnica estándar CIE, con iluminante C, observador a 2°, a 380 - 720 nm; el espectro infrarrojo cercano es de 720 - 2500 nm; el espectro ultravioleta es de 300 - 800 nm; y el espectro solar total es de 300 - 2500 nm. Para la emitancia se emplea, sin embargo, un determinado intervalo de infrarrojo (es decir, 2.500-40.000 nm).

La transmitancia visible puede medirse utilizando técnicas convencionales conocidas. Por ejemplo, utilizando un espectrofotómetro, tal como un aparato Perkin Elmer Lambda 900 o Hitachi U4001, se obtiene una curva espectral de transmisión. La transmisión visible se calcula entonces utilizando la metodología ASTM 308/2244-93 anteriormente mencionada. Si se desea, puede emplearse un menor número de puntos de longitud de onda que el prescrito. Otra técnica para medir la transmitancia visible es emplear un espectrómetro tal como un espectrofotómetro comercial Spectrogard fabricado por Pacific Scientific Corporation. Este dispositivo mide e informa sobre la transmitancia visible directamente. Como se ha indicado y medido en la presente memoria, la transmitancia visible (es decir, el valor Y en el sistema CIE triestímulo, ASTM E-308-85) usa el iluminante C, con observador a 2°.

“Emitancia” (E) es una medida o característica tanto de absorción como de reflectancia de luz a longitudes de onda determinadas. Cuando la transmitancia es cero, que es aproximadamente el caso del vidrio flotado con longitudes de onda mayores de 2500 nm, la emitancia puede representarse mediante la fórmula:

$$E = 1 - \text{Reflectancia}_{\text{película}}$$

Para propósitos arquitectónicos, los valores de emitancia son bastante importantes en el denominado espectro infrarrojo “medio”, a veces también denominado “lejano”, es decir, de aproximadamente 2.500 - 40.000 nm., por ejemplo, como especifica el programa WINDOW 4.1, LBL-35298 (1994) de Lawrence Berkeley Laboratories, como se indica más adelante. El término “emitancia” como se utiliza en la presente memoria, se utiliza por tanto para referirse a los valores de emitancia medidos en este intervalo de infrarrojo como especifica la norma de ASTM E 1585-93 para medir la energía infrarroja para calcular la emitancia, con el título “Método de ensayo normalizado para medir y calcular la emitancia de productos de vidrio planos arquitectónicos utilizando mediciones radiométricas”. Esta norma, y sus disposiciones, se incorporan como referencia en la presente memoria. En esta norma, la emitancia se indica como emitancia/emisividad hemisférica ( $E_h$ ) y emitancia/emisividad normal ( $E_n$ ).

La obtención real de datos de medición de dichos valores de emitancia es convencional y puede hacerse utilizando, por ejemplo, un espectrofotómetro Beckman modelo 4260 con accesorio “VW” (Beckman Scientific Inst. Corp.). Este espectrofotómetro mide la reflectancia frente a la longitud de onda, y a partir de ahí se calcula la emitancia utilizando dicho método ASTM E 1585-93, que se ha incorporado como referencia en la presente memoria.

Otro término empleado en la presente memoria es “resistencia laminar”. La resistencia laminar ( $R_s$ ) es un término bien conocido en la técnica y se utiliza en la presente memoria con su significado bien conocido. Aquí se expresa en ohmios por unidades al cuadrado. En términos generales, este término se refiere a la resistencia en ohmios para cualquier cuadrado de un sistema de capas en un sustrato de vidrio a una corriente eléctrica que pase a través del sistema de capas. La resistencia laminar indica la capacidad que tiene la capa o sistema de capas para reflejar energía infrarroja y por lo tanto se utiliza con frecuencia junto con la emitancia como medida de esta característica. La “resistencia laminar” puede, por ejemplo, medirse de forma conveniente utilizando un ohmímetro con una sonda

de 4 puntos, tal como una sonda de resistividad de 4 puntos desechable con un cabezal de Magnetron Instruments Corp., modelo M-800, fabricado por Signatone Corp., de Santa Clara, California.

5 “Durabilidad química” o “químicamente duradero” se utiliza en la presente memoria como sinónimo del término de la técnica “químicamente resistente” o “estabilidad química”. La durabilidad química se determina hirviendo una muestra de 2" x 5" de un sustrato de vidrio recubierto en aproximadamente 500 cc de HCl al 5 % durante una hora (es decir, a aproximadamente 220 °F). Se considera que la muestra pasa este ensayo (y por tanto el sistema de capas es “químicamente resistente” o se considera ser “químicamente duradero” o tener “durabilidad química”) si el sistema de capas de la muestra no presenta decoloración visible ni desprendimiento visible ni  
10 ningún poro con un diámetro superior a aproximadamente 0,003” después de esta hora hirviendo.

15 “Durabilidad mecánica” según se usa en la presente memoria se define mediante los siguientes ensayos. El ensayo utiliza un Pacific Scientific Abrasion Tester (o equivalente) en donde se pasa un cepillo de 2" x 4" xl" de nailon cíclicamente sobre el sistema de capas en 500 ciclos empleando 150 g de peso, aplicado a una muestra de 6" x 17". En este ensayo, si no aparecen arañazos perceptibles cuando se observa a simple vista con luz visible, se considerará que se ha pasado el ensayo y se dice que el artículo es “mecánicamente duradero” o tiene “estabilidad mecánica”.

20 Los términos “tratamiento térmico” y “tratado térmicamente” en la presente memoria significan calentar el artículo a una temperatura suficiente para permitir el templado térmico, el curvado y/o el endurecimiento por calor del artículo que incluye vidrio. Esta definición incluye, por ejemplo, calentar un artículo recubierto a una temperatura de al menos aproximadamente 1100 °F (p. ej., a una temperatura de aproximadamente 550 °C a 900 °C) durante un período suficiente para permitir el templado.

25 El término “valor U” o “factor U” (sinónimos de “transmitancia térmica”) es un término bien conocido en la técnica y se utiliza en la presente memoria según este significado bien conocido. En la presente memoria, el “valor U” se expresa en términos de  $\text{BTU}/\text{h}/\text{pie}^2/\text{°F}$ , y puede determinarse según el método de la caja caliente con caja de guarda descrito en, y según, la designación de la norma ASTM: C1199-91.

30 El término “shading coefficient (coeficiente de sombreamiento - SC)” es un término bien conocido en la técnica y se utiliza en la presente memoria según su significado bien conocido. Se determina según la norma ASHRAE 142 “Método normalizado para determinar y expresar la transferencia térmica y las propiedades ópticas totales de productos de ventana” del ASHRAE Standards Project Committee, SPC 142, septiembre de 1995. El SC puede obtenerse dividiendo el solar heat gain coefficient (coeficiente de ganancia térmica solar - SHGC) por aproximadamente 0,87. Por lo tanto, puede utilizarse la siguiente fórmula:  $\text{SC} = \text{SHGC}/0,87$ .  
35

Si bien la invención se ha descrito en relación con lo que actualmente se considera la realización más práctica y preferida, debe entenderse que la invención no debe limitarse a la realización descrita.

**REIVINDICACIONES**

1. Un artículo recubierto que comprende:
- 5 un recubrimiento o sistema (27) de capas soportado por un sustrato (1) de vidrio, comprendiendo el recubrimiento o sistema de capas desde el sustrato de vidrio hacia fuera:
- 10 a) una capa (3) que incluye óxido de titanio;  
 b) una capa (7) de contacto que incluye óxido de cinc;  
 c) una capa (9) que incluye plata;  
 d) una capa (11) que incluye óxido de níquel y cromo;  
 e) una capa (13) que incluye óxido de estaño;  
 f) una capa (17) que incluye óxido de cinc;  
 15 g) una capa (19) que incluye plata;  
 h) una capa (21) que incluye óxido de níquel y cromo; y  
 i) una capa (23, 25) que incluye nitruro de silicio;
- en donde el artículo recubierto tiene una transmisión visible de al menos aproximadamente 70 % y el recubrimiento o sistema de capas tiene una resistencia laminar ( $R_s$ ) no superior a 5,0 ohmios/cuadrado.
- 20 2. El artículo recubierto de la reivindicación 1, en donde el artículo recubierto comprende una unidad de ventana de vidrio aislante (VA).
3. El artículo recubierto de la reivindicación 1, que comprende además una capa (23) que incluye óxido de estaño situada entre las capas h) e i), y en donde las capas tienen los siguientes espesores:
- 25 a) capa (3) que incluye óxido de titanio: 100-400 Å  
 b) capa (7) de contacto que incluye óxido de cinc: 40-150 Å  
 c) capa (9) que incluye plata: 50-250 Å  
 d) capa (11) que incluye óxido de níquel y cromo: 15-60 Å  
 e) capa (13) que incluye óxido de estaño:  $\leq 1.000$  Å  
 f) capa (17) que incluye óxido de cinc: 40-150 Å  
 g) capa (19) que incluye plata: 50-250 Å  
 h) capa (21) que incluye óxido de níquel y cromo: 15-60 Å  
 i) capa (25) que incluye nitruro de silicio:  $\leq 500$  Å.
4. El artículo recubierto de la reivindicación 1, en donde el artículo recubierto comprende una unidad de ventana de VA y tiene las siguientes características:
- 30  $a^*_t$  (transmisivo): -5,0 a 0,0  
 $b^*_t$  (transmisivo): -2,0 a 4,0  
 $R_gY$  (reflectancia exterior): 7 a 13 %  
 $a^*_g$  (reflectivo exterior): -3,0 a 2,0  
 $b^*_g$  (reflectivo exterior): -5,0 a 1,0  
 SHGC:  $\leq 0,45$   
 SC:  $\leq 0,49$   
 $T_{ultravioleta}$ :  $\leq 0,36$ .
5. El artículo recubierto de la reivindicación 4, en donde el artículo recubierto comprende una unidad de ventana de VA y tiene las siguientes características:
- $a^*_t$  (transmisivo): -3,5 a 0,0  
 $b^*_t$  (transmisivo): 1,0 a 3,0  
 $R_gY$  (reflectancia exterior): 9 a 11 %  
 $a^*_g$  (reflectivo exterior): -2,0 a 0,5  
 $b^*_g$  (reflectivo exterior): -4,0 a -1,0  
 SHGC:  $\leq 0,40$   
 SC:  $\leq 0,46$   
 $T_{ultravioleta}$ :  $\leq 0,33$
- 35 6. El artículo recubierto de la reivindicación 1, en donde al menos una de las capas b) y f) que incluyen óxido de cinc comprende óxido de aluminio y cinc, y en donde el artículo recubierto comprende además una capa que incluye óxido de estaño situada entre las capas h) e i).

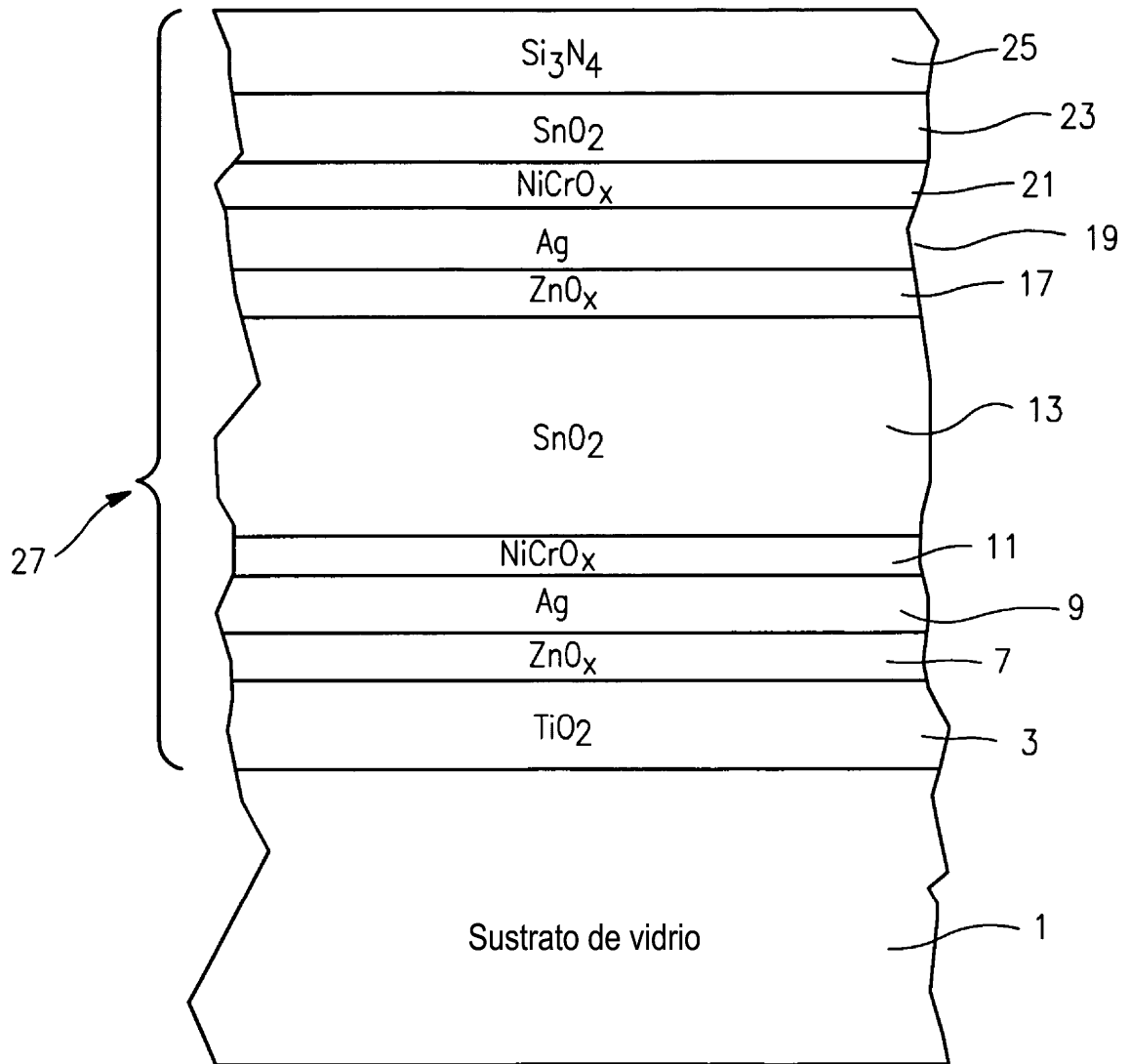


FIG. 1

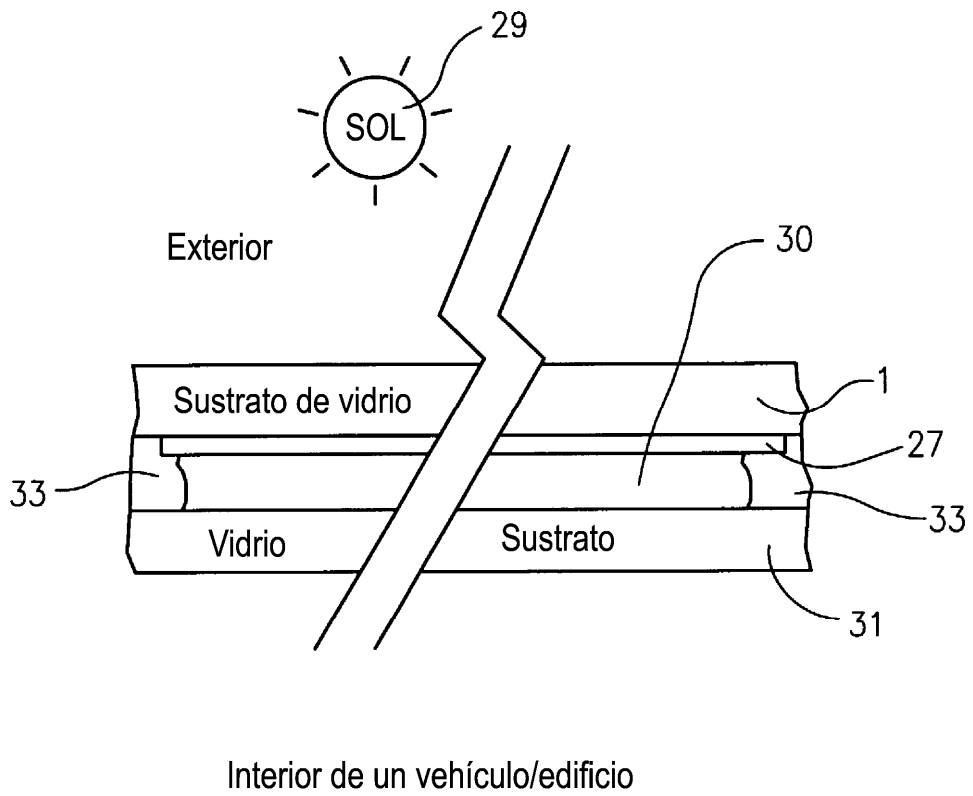


FIG. 2

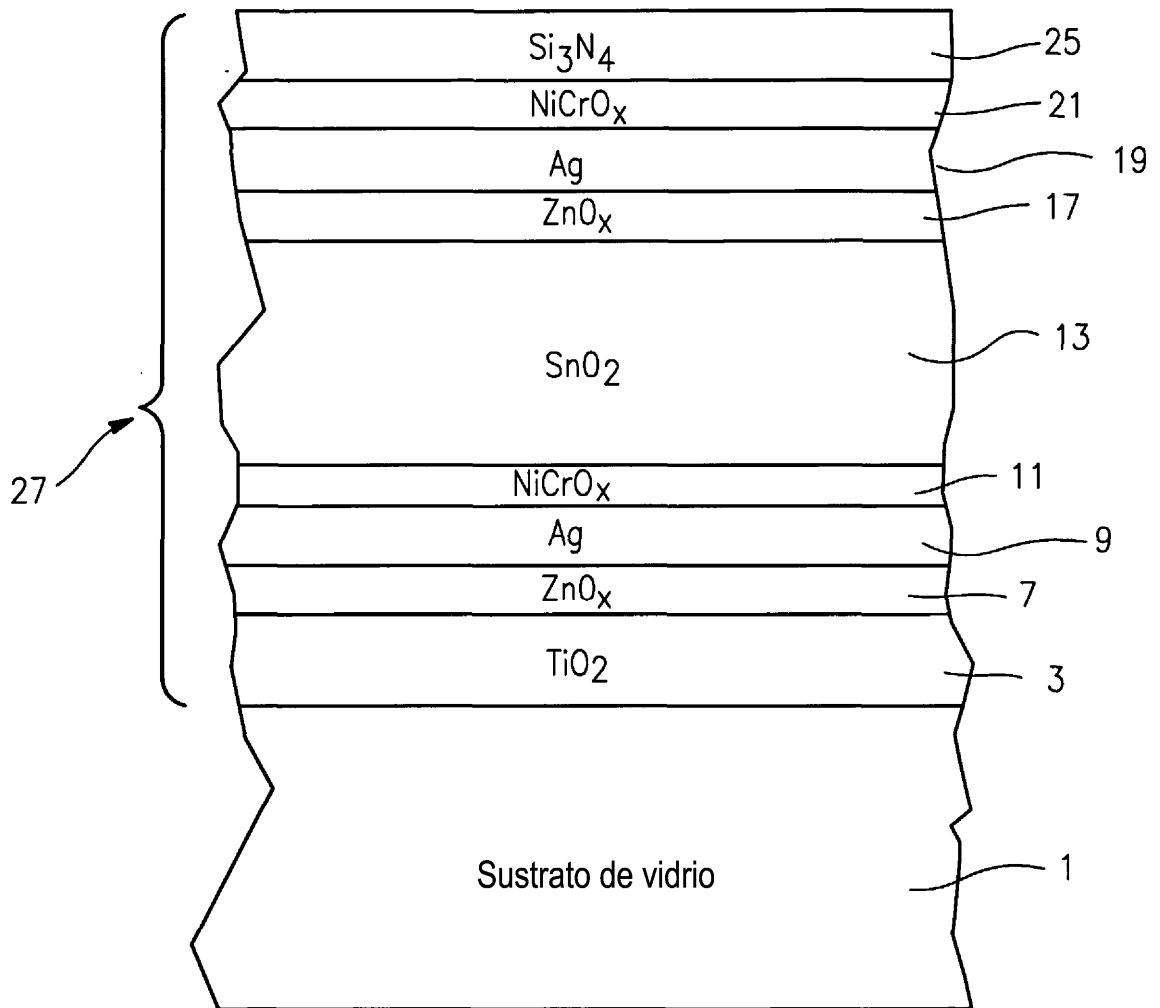


FIG. 3

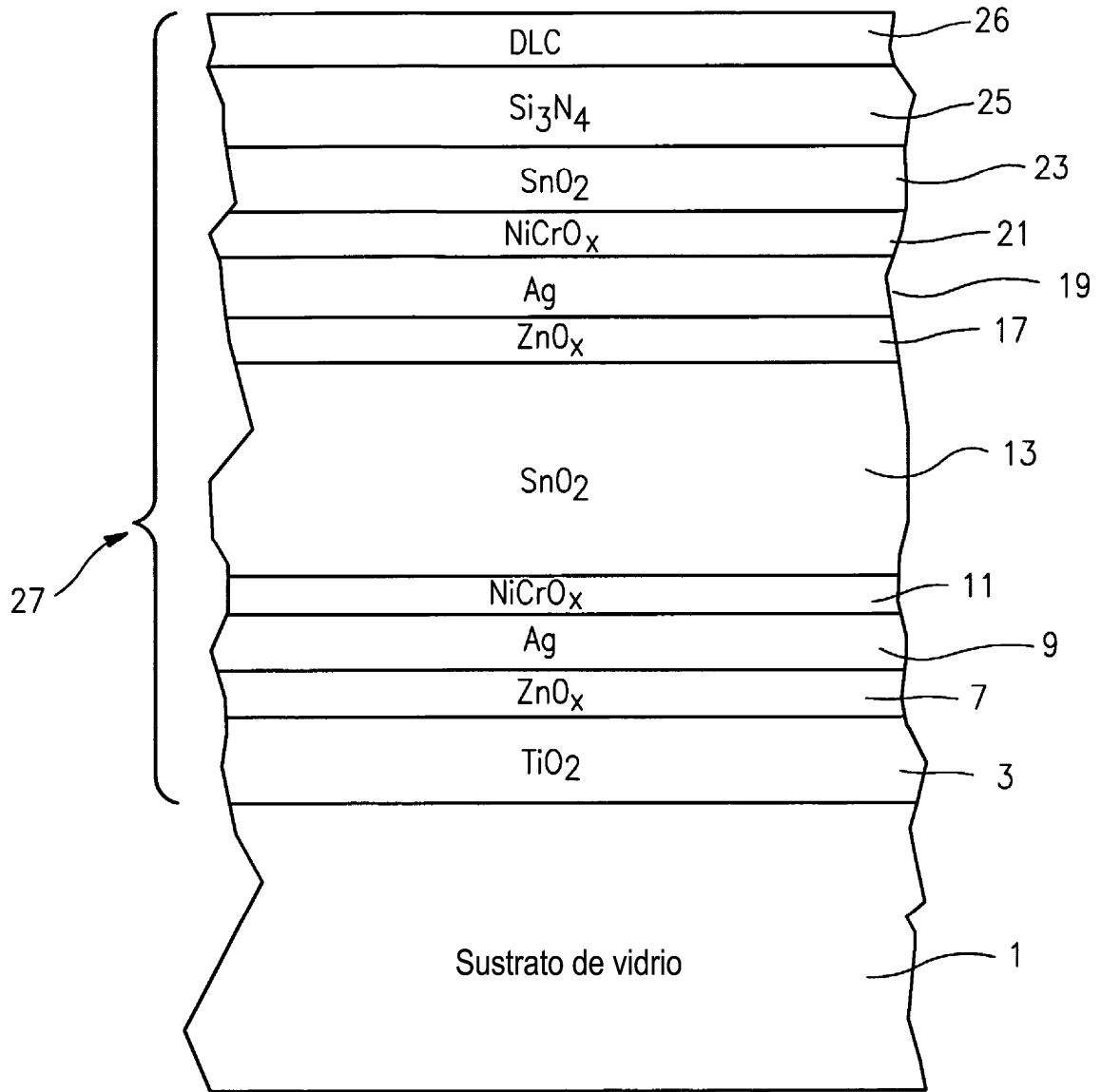


FIG. 4