



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 120 789**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

96 Número de solicitud europea: **96100574 .1**

96 Fecha de presentación : **16.01.1996**

97 Número de publicación de la solicitud: **0722913**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.07.1996**

54 Título: **Sistema de revestimiento para vidrio de baja emisividad y de doble capa de plata y unidades de vidrio aislante producidas a partir del mismo.**

30 Prioridad: **17.01.1995 US 373085**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **01.11.1998**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **16.04.2009**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **16.04.2009**

73 Titular/es: **GUARDIAN INDUSTRIES Corp.**
2300 Harmon Road
Auburn Hills, Michigan 48326-1714, US

72 Inventor/es: **Hartig, Klaus W.;**
Larson, Steven L. y
Lingle, Philip J.

74 Agente: **Dávila Baz, Ángel**

ES 2 120 789 T5

ES 2 120 789 T5

DESCRIPCIÓN

Sistema de revestimiento para vidrio de baja emisividad y de doble capa de plata y unidades de vidrio aislante producidas a partir del mismo.

Campo de la invención

Esta invención se relaciona con artículos de vidrio revestido que tienen bajos valores de emisividad. Más particularmente, esta invención se relaciona con unidades de vidrio aislante (por ejemplo, puertas y ventanas) producidas, en parte, a partir de dichos artículos de vidrio revestido.

Antecedentes de la invención

En la actualidad, un hecho bien establecido comercialmente reside en la importancia de los sistemas estratificados de vidrio revestido por bombardeo iónico a la hora de lograr propiedades de control solar en ventanas y puertas arquitectónicas. Además, también es un hecho bien establecido la importancia de usar tales sistemas estratificados en unidades de vidrio aislante (conocidas en la técnica como unidades "IG"). Ejemplos de este uso incluyen ventanas y puertas de doble y triple hoja de vidrio producidas a partir de al menos dos hojas de vidrio selladas en sus bordes periféricos para formar una cámara aislante entre las mismas. A este respecto, dichas cámaras suelen rellenarse con un gas distinto del aire, tal como argón.

La aceptación por parte del mercado de tales unidades IG reside de forma importante en las siguientes características, las cuales están relacionadas directamente con el sistema estratificado revestido por bombardeo iónico que se utilice:

- 1) la cantidad deseada de transmitancia de luz visible en combinación con un nivel aceptable de reflectancia de radiación infrarroja;
- 2) una apariencia que no sea similar a la de un espejo;
- 3) una apariencia de color que o bien sea neutra o bien caiga dentro de una gama aceptable de tonalidades de un color no objetable;
- 4) resistencia a la intemperie u otros ataques químicos, lo cual suele referirse como "durabilidad química"; y
- 5) resistencia a la abrasión (referida frecuentemente como "durabilidad mecánica") durante la manipulación, en particular durante las diversas etapas necesarias para producir una ventana o puerta IG a partir de dos o más láminas de vidrio, al menos una de las cuales ha sido revestida previamente por bombardeo iónico con el sistema estratificado antes mencionado.

Además de estas características físicas, el sistema de revestimiento usado debe ser de producción económica. En el caso de que no lo sea, el producto final, tal como en una unidad IG, puede llegar a ser tan costoso que frene la demanda sobre el mismo.

Es bien sabido en la técnica que estas características deseables suelen entrar en conflicto cuando se intenta conseguir las y que, por tanto, será necesario frecuentemente efectuar concesiones mutuas entre tales características. Por ejemplo, la consecución de niveles aceptables de transmitancia o reflexión IR (infrarrojos) puede que tenga que efectuarse a costa de la durabilidad (tanto química como mecánica, o bien ambas). En otras concesiones mutuas, llegan a ser inevitables la consecución de colores y de ventanas (o puertas) similares a espejos, indeseables. En otras concesiones mutuas en cuanto al logro de tales características, el coste de producción llega a ser un factor importante. Dichos problemas crean la necesidad en la técnica de disponer de un nuevo sistema estratificado revestido por bombardeo iónico que pueda conseguir un mejor equilibrio entre dichas características.

En la Patente US No. 5.344.718 se describen varios excelentes sistemas estratificados revestidos por bombardeo iónico que consiguen valores de emisividad (E) aceptablemente bajos y que, de este modo, son clasificados adecuadamente como una familia de sistemas de "Baja-E" (es decir, una familia de revestimientos de alta reflectancia IR como más adelante se define). Además, dichos sistemas de revestimiento, como una familia, exhiben en general características de durabilidad que se aproximan o son iguales a las exhibidas por los revestimientos pirolíticos y que, de este modo, resultan muy aceptables. En adición, estos revestimientos, particularmente en sus modalidades preferidas, exhiben una alta transmitancia de luz visible. Al mismo tiempo, también exhiben un color razonablemente neutro fluctuando algo en el lado verde del azul el cual, sin embargo, resulta razonablemente enmascarado por el nivel de reflectancia logrado para que con ello aparezca como sustancialmente neutro. Por otro lado, sus características de reflectancia de luz visible están por debajo del 20% y, de este modo, evitan la apariencia indeseable similar a un espejo cuando se observan bien desde el interior o bien desde el exterior al utilizarse, por ejemplo, como una ventana o puerta.

La familia de sistemas estratificados descritos en la Patente US No. 5.344.718 utiliza varias capas de Si_3N_4 y de níquel o nicromo para emparedar entre las mismas una o más capas de plata metálica reflectante IR, en un orden

ES 2 120 789 T5

seleccionado, para conseguir así las propiedades finales deseadas. La descripción completa de esta patente, incluyendo su sección de "Antecedentes de la invención", se incorpora aquí solo con fines de referencia.

En términos generales, esta patente anterior ('718) logra sus resultados únicos mediante el uso de un sistema constituido por cinco o más capas en donde el sistema, desde el vidrio hacia el exterior, comprende:

- a) una capa inferior de Si_3N_4 ;
- b) una capa de níquel o nicromo;
- c) una capa de plata;
- d) una capa de níquel o nicromo; y
- e) una capa exterior de Si_3N_4 .

Cuando el sistema consiste esencialmente en estas cinco (5) capas, se emplean generalmente los siguientes espesores:

Capa	Gama (aproximadamente)
a (Si_3N_4)	400 Å - 425 Å
b (Ni o Ni:Cr)	7 Å o menos
c (Ag)	95 Å - 105 Å
d (Ni o Ni:Cr)	7 Å o menos
e (Si_3N_4)	525 Å - 575 Å

Cuando, en esta patente anterior ('718), se emplean más de cinco capas, tal como cuando se emplean dos capas de plata, el sistema, desde el vidrio hacia el exterior, comprende normalmente las siguientes capas:

vidrio/ Si_3N_4 /Ni:Cr/Ag/Ni:Cr/Ag/Ni:Cr/ Si_3N_4 .

En dicho sistema, el espesor total de la plata permanece en el mismo valor (por ejemplo, 95 Å - 105 Å), de manera que cada capa de plata es de solo 50 Å aproximadamente, para constituir el total, mientras que los espesores de las capas de Ni:Cr y Si_3N_4 son los mismos que en el sistema de cinco capas.

Si bien dichos sistemas descritos en esta patente anterior '718 constituyen una mejora importante respecto a los sistemas del estado de la técnica entonces existentes, particularmente con respecto a los descritos en la sección de "Antecedentes de la invención" de dicha patente, no obstante sigue existiendo espacio para mejorar la característica de "emisividad". Por ejemplo, en los sistemas de la patente '718, la emisividad normal (E_n) fue en general inferior o igual a 0,12 aproximadamente, mientras que la emisividad semiesférica (E_h) fue en general menor de 0,16 aproximadamente. Sin embargo, en la práctica, los límites inferiores que pudieron conseguirse en la realidad fueron, en general, para E_n de 0,09 aproximadamente y para E_h de 0,12 aproximadamente. Las resistencias laminares (R_s) que pudieron conseguirse fueron a este respecto generalmente de 9-10 ohms/cuadrado aproximadamente.

En la inhibición de la consecución de una mejor reflexión IR (es decir, menores valores "E") se mantuvo generalmente la creencia de que si se aumentaban los espesores de plata para lograr una mayor reflectancia IR (y, de este modo, valores "E" más bajos), se presentaban al menos uno o más de los siguientes cuatro efectos perjudiciales: (1) se produciría una pérdida de durabilidad; (2) el producto final sería reflexivo en un grado demasiado elevado y, de este modo, llegaría a parecerse a un espejo; (3) el color viraría hacia una apariencia púrpura o rojo/azul inaceptablemente elevada; y/o (4) la transmitancia de luz visible llegaría a ser inaceptablemente baja.

La durabilidad, tanto mecánica como química, es un factor importante a conseguir en vidrio arquitectónico, generalmente cuando se emplea como una lámina monolítica o, por ejemplo, cuando se emplea en una unidad IG. Como antes se ha dicho, la manipulación, montaje y sellado de las unidades IG exige una mejora de la durabilidad mecánica, al tiempo que la necesidad de sellar las hojas de vidrio para crear una cámara aislante entre las mismas, establece la necesidad de durabilidad química debido principalmente a la naturaleza del sellante que de manera inevitable entra en contacto con el revestimiento.

Desde el punto de vista estético, las calidades tanto de tipo espejo como de color púrpura pueden eliminar la capacidad de venta de cualquier producto que exhiba estas características. La pérdida de transmitancia de luz visible si bien es indeseable no llega a ser verdaderamente objetable hasta que, en una lámina monolítica, cae por debajo del 70% aproximadamente y, en una unidad IG, cae por debajo del 63% aproximadamente. Sin embargo, en ciertos usos, particularmente cuando se desean bajos coeficientes de tintado (es decir, por debajo de 0,6 aproximadamente),

ES 2 120 789 T5

la transmitancia puede ser en realidad demasiado alta, incluso aunque la emisividad sea razonablemente baja. En términos generales, cuando se desean calidades tintadas (es decir, para rebajar los costes del acondicionamiento del aire), la transmitancia monolítica de luz visible deberá mantenerse por debajo del 75% y con preferencia por debajo del 73%, mientras que, en una unidad IG típica, la transmitancia deberá ser del 65 al 68% aproximadamente.

5 Como una confirmación parcial de las creencias anteriores, puede citarse el sistema estratificado bastante complejo descrito en la Patente US No. 5.302.449, así como su presunta contrapartida comercial en forma de unidad IG, conocida como Cardinal 171 y comercializada por Cardinal IG Company. El sistema estratificado descrito en esta patente varía en cuanto a los espesores y tipos de materiales en la pila de capas para conseguir ciertas cualidades de control solar, empleando también una capa superior de un óxido de zinc, estaño, indio, bismuto u óxidos de sus aleaciones, incluyendo el óxido de estannato de zinc, para conseguir resistencia a la abrasión. Además, el sistema utiliza una o más capas de oro, cobre o plata para lograr sus resultados finales. Cuando se emplean dos capas de plata, se dice que la primera tiene un espesor de 100 Å - 150 Å y con preferencia de 125 Å aproximadamente, mientras que la segunda, basada en la misma, tiene un espesor de 125 Å - 175 Å. Cuando solo se emplea una capa de plata, se dice que su espesor ha de ser de 100 Å - 175 Å aproximadamente y con preferencia de 140 Å. En ningún lugar de esta patente se describe el uso de níquel o nicromo ni el uso de nitruro de silicio como un elemento o elementos en la disposición apilada.

20 En la práctica comercial real, se ha comprobado que dichas unidades IG de Cardinal consiguen propiedades de control solar muy aceptables, incluyendo características de color aceptables y una reflectancia de luz visible, que no es de tipo espejo, relativamente buena (a continuación se ofrece un ejemplo con fines comparativos). Sin embargo, se ha comprobado que este sistema, por otro lado muy aceptable, carece de durabilidad química y, tal como aquí se define, puede decirse que carece de durabilidad química puesto que falla en el ensayo de ebullición prescrito para este fin. Aunque se desconoce el motivo preciso de lo anterior, una conclusión simple es que, como se ha indicado en el estado de la técnica, es necesario asumir sacrificios en al menos una característica deseable, con el fin de lograr niveles deseables de las otras características. Además, y debido a la naturaleza de la disposición apilada y de los elementos usados, el sistema resulta de una producción muy costosa debido principalmente al número y espesores de las capas que se necesitan para conseguir el resultado deseado.

30 En la sección de "Antecedentes de la invención" de la referida patente '718, se describe otro sistema estratificado de vidrio arquitectónico del estado de la técnica que ha llegado a conocerse comercialmente como Super-E III, un producto de Airco Corporation. Este sistema, desde el vidrio hacia el exterior, consiste en las siguientes capas apiladas:



35 En la práctica, se ha comprobado que, en este sistema Super-E III, la aleación de Ni:Cr es de 80/20 en peso Ni/Cr respectivamente (es decir, nicromo), las dos capas de nicromo tienen un espesor de 7 Å, la capa de plata tiene solo un espesor de 70 Å aproximadamente (excepto que se indica que la capa de plata puede tener un espesor de 100 Å aproximadamente) y las capas de Si_3N_4 son relativamente más gruesas (por ejemplo, 320 Å para la capa de inferior y de 450 Å aproximadamente para la capa superior). En realidad, y debido a su espesor (es decir, aproximadamente 70 Å, se ha comprobado, en la práctica, que la capa de plata (Ag) es realmente de una naturaleza bastante semi-continua.

45 Aunque este revestimiento logró una buena "durabilidad" (es decir, el revestimiento era resistente al rayado, resistente al desgaste y estable químicamente) y, de este modo, consiguió una medida importante de esta característica en comparación con los revestimientos pirolíticos, para vidrio en un espesor de aproximadamente 3 mm, la E_n es de solo 0,20-0,22 aproximadamente y la E_n es 0,14-0,17 aproximadamente. Ambos valores de emisividad son bastante elevados. Además, el valor medido de la resistencia laminar (R_s) es relativamente alto, del orden de ohms/cuadrado (siendo el valor más aceptable de 10,5 o menos aproximadamente). Por tanto, aunque la durabilidad tanto mecánica como química fueron muy aceptables y su transmitancia de luz visible en lámina monolítica fue bastante elevada, 76 ± 1%, y si bien estos revestimientos resultaron ser compatibles con los sellantes convencionales usados en unidades IG, su capacidad para controlar la radiación IR fue menor de lo deseable. Por otro lado, su transmitancia monolítica de luz visible bastante elevada, del orden de 76 ± 1%, hizo que dicho sistema fuese bastante indeseable cuando se necesitaran características de tintado más bajas.

55 Airco ha continuado su sistema Super-E III con el que designa como su sistema Super-E IV. Este sistema incluye, como su disposición de capas y desde el vidrio hacia el exterior, lo siguiente:

Elemento	Espesor (Å)
TiO ₂	aproximadamente 300
NiCrN _x	aproximadamente 8
Ag	aproximadamente 105
NiCrN _x	aproximadamente 8
Si ₃ N ₄	aproximadamente 425

ES 2 120 789 T5

Este sistema es de un comportamiento muy similar al Super-E III salvo que la transmitancia de luz visible es más elevada (por ejemplo, mayor de 80%), la emitancia es más baja (por ejemplo, menor de 0,10 aproximadamente) y el coeficiente de tintado es significativamente más elevado (por ejemplo, 0,80 aproximadamente). Además, y debido al uso de TiO_2 como capa de inferior, el sistema resulta muy costoso de producir.

Además de estos sistemas estratificados Super-E III y IV, en la bibliografía de patentes y en otras bibliografías científicas han aparecido otros revestimientos que contienen plata y/o Ni:Cr como capas para la reflectancia infrarroja y para otros fines de control de la luz. Véase, por ejemplo, los filtros Fabry-Perot y otros revestimientos y técnicas de la tecnología anterior que se describen en las Patentes US Nos. 3.682.528 y 4.799.745 (y el estado de la técnica descrito y/o citado en las mismas). Véase también los emparedados metálicos dieléctricos creados en numerosas patentes incluyendo, por ejemplo, EP-A-0456487 y Patentes US Nos. 4.179.181; 3.698.946; 3.978.273; 3.901.997; y 3.889.026, solo por citar unas pocas. Si bien tales otros revestimientos han sido dados a conocer o han sido registrados, se cree que con anterioridad a la presente invención, ninguno de estos documentos del estado de la técnica describe o ha conseguido la posibilidad de utilizar el proceso altamente productivo de revestimiento por bombardeo iónico y, al mismo tiempo, conseguir un vidrio arquitectónico que no solo se aproxima o iguala a la durabilidad de los revestimientos pirolíticos, sino que también consigue excelentes cualidades en cuanto al control solar.

De forma resumida, los factores del estado de la técnica antes comentados alejaría directamente a cualquier experto en la materia de poder sugerir razonablemente que un espesamiento sustancial de la plata en un sistema, tal como la familia de sistemas descritos en la Patente '718, junto con un ajuste adecuado del espesor de Si_3N_4 , pudiera conseguir una gama completa de características deseadas, particularmente la combinación de características de: (1) colores aceptables, no púrpuras o no rojos/azules; (2) apariencia no similar a la de un espejo, tanto interior como exterior; (3) valores de transmitancia razonablemente altos, pero no demasiado altos; (4) buena durabilidad mecánica; (5) superior durabilidad química; y (6) valores de emisividad excepcionalmente bajos.

En la solicitud copendiente de esta misma entidad solicitante, No de serie 08/356.515, presentada el 15 de Diciembre de 1994, publicada el 7 de Mayo de 1996 como US-A-5.514.476 y titulada "LOW-E GLASS COATING SYSTEM AND INSULATING GLASS UNITS MADE THEREFROM", se describe una familia de sistemas estratificados que satisface las necesidades de la técnica respecto a los problemas e inconvenientes antes descritos. Los sistemas estratificados allí descritos incluyen en general, desde el vidrio hacia el exterior:

- a) una capa de Si_3N_4 que tiene un espesor de 450 Å - 600 Å aproximadamente;
- b) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 Å o menos aproximadamente;
- c) una capa de plata que tiene un espesor de 115 Å - 190 Å aproximadamente;
- d) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 Å o menos aproximadamente;
- e) una capa de Si_3N_4 que tiene un espesor de 580 Å - 800 Å aproximadamente; de manera que:

cuando el sustrato de vidrio tiene un espesor de 2-6 mm aproximadamente, el sustrato de vidrio revestido tiene una transmitancia de luz visible de por lo menos 70% aproximadamente, una emisividad normal (E_n) menor de 0,07 aproximadamente, una emisividad semiesférica (E_h) menor de 0,075 aproximadamente, una resistencia laminar (R_s) menor de 5,5 ohms/cuadrado aproximadamente y tiene las siguientes características de reflectancia y coordenadas de color:

en el lado de vidrio, las características son:

$R_G Y$, aproximadamente 12 a 19

a_h , aproximadamente -3 a +3

b_h , aproximadamente -5 a -20

en el lado de la película, las características son:

$R_F Y$, aproximadamente 8 a 12

a_h , aproximadamente 0 a 6

b_h , aproximadamente -5 a -30

en donde RY es la reflectancia y a_h , b_h son las coordenadas de color medidas en unidades Hunter, III. C, 10° observador.

ES 2 120 789 T5

En ciertas modalidades de dicha solicitud copendiente, se emplea una lámina de vidrio, provista en una de sus superficies de un sistema estratificado como anteriormente se ha descrito, con al menos otra lámina de vidrio, de manera que cada una de ellas son sustancialmente paralelas entre sí pero están separadas y selladas en sus bordes periféricos para formar una cámara aislante entre ellas, con lo cual se forma una unidad de vidrio aislante (IG) útil como una ventana, puerta o pared en donde el sistema estratificado está situado sobre la superficie 24, tal como se muestra en la Figura 2, de modo que las características de reflectancia y de coordenadas de color son:

cuando se observa desde el exterior:

10 $R_G Y$, aproximadamente 16 a 18

a^* , aproximadamente -3 a +3

15 b^* , aproximadamente 0 a -15

cuando se observa desde el interior:

20 $R_F Y$, aproximadamente 14 a 16

a^* , aproximadamente 0 a +5

b^* , aproximadamente 0 a -20

25 y la transmitancia de luz visible es de por lo menos 63% aproximadamente, con preferencia de 65-68% aproximadamente. Cuando el sistema de revestimiento está situado sobre la superficie 26 (Figura 2), la reflectancia y las coordenadas de colores son inversas respecto de las anteriores, pero la transmitancia sigue siendo la misma.

30 El asterisco (*) indica aquí, como más adelante se describirá, las coordenadas de colores medidas convencionalmente mediante la técnica III. C, 2° observador.

35 El término "exterior" tal y como aquí se emplea es el apreciado por un observador desde el exterior de la habitación en donde se emplea la lámina de vidrio revestida (es decir, la unidad IG). El término "interior" tal y como aquí se emplea es lo opuesto al término "exterior", es decir, el lado apreciado por un observador desde el interior de la habitación en donde está situada la unidad (por ejemplo desde el interior de una habitación de una casa u oficina mirando hacia el "exterior").

40 Los sistemas estratificados descritos en esta solicitud copendiente son altamente eficaces. No solo consiguen excelentes propiedades de control solar, sino que también son prácticamente no reflectantes (por ejemplo, por debajo del nivel objetable del 20%) así como duraderos (tanto química como mecánicamente). Sin embargo, se ha encontrado ahora, de manera muy sorprendente, y como parte de la presente invención, que mediante: (1) el uso de un sistema de plata en doble capa de un espesor combinado incluso mayor que en esta solicitud copendiente, (2) el uso de una capa intermedia de Si_3N_4 relativamente espesa además de una capa inferior y una capa superior de Si_3N_4 y (3) la separación de cada una de las capas con una capa de nucleación de níquel o nicromo, se consiguen reducciones todavía mayores en la reflectancia, sin afectar de manera indebida a las otras características deseadas indicadas anteriormente.

Resumen de la invención

50 En términos generales, esta invención consigue sus resultados únicos al proporcionar un artículo de vidrio revestido por bombardeo iónico constituido por un sustrato de vidrio que tiene sobre el mismo, desde el vidrio hacia el exterior, un sistema estratificado que incluye:

- a) una capa de Si_3N_4 que tiene un espesor de 300 Å - 500 Å;
- 55 b) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 Å o menos;
- c) una capa de plata que tiene un espesor de 70 Å - 130 Å;
- 60 d) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 Å o menos;
- e) una capa de Si_3N_4 que tiene un espesor de 700 Å - 1.100 Å;
- 65 f) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 Å o menos;
- g) una capa de plata que tiene un espesor de 70 Å - 190 Å;

ES 2 120 789 T5

- h) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 Å o menos; y
 i) una capa de Si₃N₄ que tiene un espesor de 350 Å - 700 Å.

5

En ciertas modalidades preferidas, los espesores de las capas anteriores son:

10

Capa	Espesor (Å)
a	350 - 450
b	≤ 7
c	100 - 125
d	≤ 7
e	900 - 1.000
f	≤ 7
g	140 - 170
h	≤ 7
i	400 - 500

15

20

En ciertas modalidades particularmente preferidas, los espesores de las capas anteriores son:

25

Capa	Espesor (Å)
a	400
b	7
c	110
d	7
e	950
f	7
g	155
h	7
i	450

30

35

40

En los artículos tales como los contemplados por esta invención, cuando dicho sustrato de vidrio tiene un espesor de 2-6 mm, el sustrato de vidrio revestido tiene una transmitancia de luz visible de por lo menos 70%, con preferencia de 72-76%; una emisividad normal (E_n) de 0,02 - 0,09, con preferencia de 0,03 - 0,06; una emisividad semiesférica (E_h) de 0,03 - 0,12, con preferencia de 0,04 - 0,07; una resistencia laminar (R_s) de 2 - 10 ohms/cuadrado, con preferencia de 3 - 5, y tiene las siguientes características de reflectancia y coordenadas de color:

45

en el lado de vidrio, las características son:

R_GY menor de 10, con preferencia de 4 - 7;

50

a_h de -3 a +5, con preferencia de +2,5 a +4,5; y

b_h de 0 a -10, con preferencia de -4 a -8;

55

en el lado de la película, las características son:

R_FY menor de 10, con preferencia de 3 - 7;

60

a_h de -3 a +5, con preferencia de 0 a 2; y

b_h de 0 a -10, con preferencia de 0 a -2;

en donde RY es la reflectancia y a_h, b_h son las coordenadas de color medidas en unidades Hunter, Ill. C, 10° observador.

65

En ciertas modalidades de esta invención, una lámina de vidrio, provista en una de sus superficies de un sistema estratificado como el descrito anteriormente, se emplea con al menos otra lámina de vidrio, de manera que las mismas son sustancialmente paralelas entre sí pero separadas y selladas en sus bordes periféricos para formar una cámara aislante entre las mismas, y formar así una unidad de vidrio aislante útil como ventana, puerta o pared, en donde el

ES 2 120 789 T5

sistema estratificado está situado sobre la superficie 24, como se ilustra en la Figura 2, de manera que las características de reflectancia y de coordenadas de color son:

cuando se observa desde el exterior:

$R_G Y$ es menor de 16 y con preferencia de 9 - 12;

a^* de -3 a +3 y con preferencia de 0 a +2;

b^* de 0 a -8 y con preferencia de -4,5 a -6,5;

cuando se observa desde el interior:

$R_F Y$ es menor de 15 y con preferencia de 9 - 12;

a^* de -3 a +3 y con preferencia de 0 a +2;

b^* de 0 a -8 y con preferencia de 0 a -2;

y la transmitancia de luz visible es de por lo menos 63%, con preferencia de 65-68%. Cuando el sistema de revestimiento está situado sobre la superficie 26 (Figura 2), la reflectancia y las coordenadas de color se invierten respecto de las anteriores, pero la transmitancia sigue siendo la misma. Como ya se ha dicho y como se describirá más adelante, el asterisco (*) representa Ill, C, 2° observador.

Esta invención será ahora descrita con respecto a ciertas modalidades de la misma y con referencia a los dibujos adjuntos en donde:

En los dibujos

La Figura 1 es una vista en sección lateral parcial de un sistema estratificado según esta invención.

La Figura 2 es una vista en sección transversal parcial de una unidad IG como la contemplada por esta invención.

La Figura 3 es una vista en perspectiva esquemática parcial de una casa que utiliza, como ventana, puerta y pared, una unidad IG tal como la ilustrada en la Figura 2.

Descripción detallada de modalidades de la invención

En la técnica del revestimiento del vidrio se utilizan de manera prevaleciente ciertos términos, en particular cuando se definen las propiedades y características de control solar del vidrio revestido usado en el campo arquitectónico. Tales términos se emplean aquí de acuerdo con su significado ya bien conocido. Por ejemplo, y como se utiliza aquí:

La intensidad de "reflectancia" de luz de longitud de onda visible se define por su porcentaje y se registra como $R_x Y$ en donde "x" es o bien "G" para el lado de vidrio o bien "F" para el lado de la película. El "lado de vidrio" (por ejemplo, "G") significa aquel observado desde el lado del sustrato de vidrio opuesto a aquel sobre el cual reside el revestimiento, mientras que el "lado de la película" (es decir, "F") significa aquel observado desde el lado del sustrato de vidrio sobre el cual reside el revestimiento. Alternativamente, se registra también como " $R_{vis. exterior}$ " o " $R_{vis interior}$ " en donde "G" es equivalente a "exterior" y "F" es equivalente a "interior".

Las características de color se miden sobre las coordenadas "a" y "b". Estas coordenadas a veces son indicadas aquí por el subíndice "h" para representar el uso convencional del método (o unidades) Hunter Ill. C, 10° observador, según ASTM E 308 - 85, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 06.01 "Standard Method for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System". Otras veces dichas coordenadas vienen indicadas por un asterisco (*) para representar una norma alternativa convencional, es decir, Ill. C, 2° observador, referenciada igualmente en la referida publicación ASTM E 308 - 85.

Los términos "emisividad" y "transmitancia" se entienden bien en la técnica y se usan aquí de acuerdo con su significado bien conocido. Así, por ejemplo, el término "transmitancia" significa aquí transmitancia solar, la cual está constituida por la transmitancia de luz visible, la transmitancia de energía infrarroja y la transmitancia de luz ultravioleta. La transmitancia de energía solar total se caracteriza entonces igualmente como una media ponderada de estos otros valores. Con respecto a estas transmitancias, la transmitancia de luz visible, según se presenta aquí, se caracteriza por la técnica estándar Illuminant C a 380-720 nm; la infrarroja es 800-2100 nm; la ultravioleta 300-400 nm; y la solar total es 300-2100 nm. Para fines de la emisividad, sin embargo, se emplea un intervalo infrarrojo particular (es decir 2.500-4.000 nm) según se tratará posteriormente.

ES 2 120 789 T5

La transmitancia de luz visible puede medirse usando técnicas convencionales conocidas. Por ejemplo, usando un espectrofotómetro, tal como un Beckman 5240 (Beckman Sci. Inst. Corp.), se obtiene una curva de transmisión espectral. La transmisión visible se calcula entonces usando el referido "Method for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System" ASTM E-308 (Annual Book of ASTM Standards, Vol. 14.02). Puede emplearse un número menor de puntos de longitud de onda que el prescrito, si se desea. Otra técnica para medir la transmitancia de luz visible consiste en emplear un espectrofotómetro tal como un espectrofotómetro Spectragard disponible comercialmente y fabricado por Pacific Scientific Corporation. Este dispositivo mide y registra la transmitancia de luz visible directamente. La transmitancia de luz visible se registra y se mide aquí por la técnica I11. C., ángulo de observación 10°, de Hunter (salvo que se indique lo contrario).

La "emisividad" (E) es una medida o una característica tanto de la absorción como de la reflectancia de la luz a longitudes de onda dadas. Se representa habitualmente por la fórmula:

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

Para fines arquitectónicos, los valores de la emisividad llegan a ser bastante importantes en el llamado "intervalo medio", a veces también llamado "intervalo lejano", del espectro infrarrojo, es decir aproximadamente 2.500-40.000 nm, por ejemplo, como se especifica por el programa WINDOW 4.1, LBL-35298 (1984) de Lawrence Berkley Laboratories. El término "emisividad", según se usa aquí, se emplea así para hacer referencia a valores de emisividad medidos en este intervalo infrarrojo según se especifica por la Norma ASTM Propuesta en 1991 para medir la energía infrarroja y para calcular la emitancia, según propone el Primary Glass Manufacturer's Council y titulada "Test Method for Measuring and Calculating Emittance of Architectural Flat Glass Products Using Radiometric Measurements". Esta Norma, y sus disposiciones, se incorporan aquí solo con fines de referencia. En esta Norma, la emisividad se registra como emisividad semiesférica (E_h) y como emisividad normal (E_n).

La acumulación real de datos para la medida de tales valores de emisividad es convencional y puede realizarse usando, por ejemplo, un espectrofotómetro Beckman Modelo 4260 con conexión "VW" (Beckman Scientific Inst. Corp.). Este espectrofotómetro mide la reflectancia frente a la longitud de onda, y a partir de ésta, la emisividad se calcula usando la mencionada Norma ASTM propuesta en 1991, la cual se incorpora aquí solo con fines de referencia.

Otro término empleado aquí es la "resistencia laminar". La resistencia laminar (R_s) es un término bien conocido en la técnica y se usa aquí de acuerdo con su significado bien conocido. En general, este término se refiere a la resistencia en ohmios para cualquier cuadrado de un sistema de capas sobre un sustrato de vidrio a una corriente eléctrica que se hace pasar a través del sistema de capas. La resistencia laminar es una indicación de cómo la capa está reflejando la energía infrarroja, y así se usa a menudo junto con la emisividad como una medida de esta característica, tan importante en muchos vidrios arquitectónicos. La "resistencia laminar" se mide convenientemente usando un ohmímetro de sonda de 4 puntos, tal como una sonda de resistividad de 4 puntos con un cabezal de Magnetron Instruments Corp., Modelo M-800, producida por Signatone Corp. de Santa Clara, California.

La "durabilidad química" se emplea aquí de manera sinónima con el término "resistencia química" o "estabilidad química", cuyos términos ya han sido usados con anterioridad en esta técnica. La durabilidad química se determina hirviendo una muestra de 5 x 12,5 cm de un sustrato de vidrio revestido en aproximadamente 500 ml de ácido clorhídrico al 5% durante 1 hora (es decir, a 104°C aproximadamente). Se considera que la muestra pasa este ensayo (y de este modo se considera que el sistema estratificado tiene "durabilidad química") si el sistema estratificado del ensayo no muestra picaduras de un diámetro mayor de 0,076 mm aproximadamente después de la ebullición durante 1 hora.

La "durabilidad mecánica" tal y como aquí se emplea queda definida por uno de dos ensayos. El primer ensayo utiliza un aparato de ensayo de la abrasión Pacific Scientific Abrasion Tester (o equivalente) en donde se pasa cíclicamente un cepillo de nylon de 5 x 10 x 2,5 cm sobre el sistema estratificado en 500 ciclos empleando un peso de 150 g aplicado a una muestra de 15 x 43 cm. En el otro ensayo alternativo, se emplea un aparato de ensayo de la abrasión Taber convencional (o equivalente) para someter una muestra de 10 x 10 cm a 300 revoluciones a dos muelas abrasivas C.S. 10F cada una de las cuales se ha acoplado un peso de 500 g. En cualquiera de los ensayos, si no aparecen rasguños notables importantes cuando se observa a simple vista bajo luz visible, se considera que se ha superado el ensayo y el artículo se dice que es duradero mecánicamente.

Los espesores de las diversas capas de los sistemas se miden mediante el uso de curvas ópticas conocidas o, alternativamente, mediante el uso de un elipsómetro de aguja convencional. De este modo, el término "espesor" viene definido por el uso de tales curvas ópticas o elipsómetro de aguja. Dichos procedimientos y técnicas son bien conocidos para el experto en la materia y, por tanto, no es necesario entrar en más detalles al respecto, salvo que debe apreciarse que los espesores registrados y usados aquí son espesores ópticos registrados en unidades de angstroms.

Volviendo ahora a la Figura 1, en la misma se muestra un esquema en sección transversal parcial de una modalidad típica de esta invención. Como puede verse, se emplea un sustrato de vidrio típico 1 empleado tradicionalmente en arquitectura. Dicho vidrio se produce preferentemente mediante el proceso de "flotación" convencional y, de este modo, se refiere como "vidrio de flotación". Su espesor usual puede ser de 2-6 mm aproximadamente. La composición del vidrio no es crítica y puede variar ampliamente. En general, el vidrio usado es uno de la familia de vidrios de sosa-sílice bien conocidos en la técnica del vidrio.

ES 2 120 789 T5

El proceso y aparato usados para formar las capas 2a - c, 3a - d y 4a - b sobre el sustrato de vidrio 1 puede ser un sistema de revestimiento por bombardeo iónico (múltiples objetivos) en múltiples cámaras, convencional, tal como el producido por Airco, Inc. A este respecto, el proceso de revestimiento por bombardeo iónico preferido para utilizarse aquí es el mismo que aquel descrito en la Patente US No. 5.344.718, cuya descripción se incorpora aquí solo con fines de referencia. Las capas 2a, 2b y 2c son a este respecto capas que consisten esencialmente en Si_3N_4 , estando quizá presente en las mismas una pequeña cantidad de un dopante y/u otro material diámano bombardeado iónicamente con el Si, empleado en el material diámano, por ejemplo, para que el ánodo del sistema se mantenga en estado conductivo. Dicho concepto es descrito en la solicitud copendiente No de serie 08/102.585, presentada el 15 de Agosto de 1993, ahora Patente US No. 5.403.450. La elección de dichos dopantes diámano y/o materiales conductores se mantiene normalmente en un mínimo con el fin de conseguir sus fines, siempre y cuando que no interfieran de manera adversa con la finalidad del Si_3N_4 en el sistema.

El espesor de la capa inferior 2a es de 300 Å - 550 Å. Se ha comprobado que este espesor es importante a la hora de conseguir los fines de esta invención. Con preferencia, el espesor de la capa 2a es mayor de 350 Å - 450 Å y más preferentemente es de 400 Å. El espesor de la capa superior 2c es de 350 Å - 700 Å. Con preferencia, su espesor es de 400 Å - 500 Å y más preferentemente es de 450 Å. Similarmente, se ha comprobado que dicho espesor resulta importante a la hora de conseguir los fines de esta invención.

Las cuatro capas 3a, b, c y d son capas de nucleación, emparedantes, para las dos capas de plata 4a y 4b. Dichas capas de nucleación 3a, 3b, 3c y 3d consisten esencialmente en níquel metálico o en un nicromo metálico (por ejemplo, Ni:Cr 80/20 en peso). Si se emplea nicromo, es preferible que al menos una porción del cromo se convierta durante el proceso de bombardeo iónico en un nitruro, tal como se describe en la Patente US No. 5.344.718 y por los motivos allí indicados. Los espesores usados para estas cuatro capas de nucleación son preferentemente los mismos que los de la referida Patente '718, es decir, por debajo de 7 Å y con preferencia de 6 Å o menos.

Una característica importante de esta invención que conduce a su carácter único en relación con el estado de la técnica antes descrito, es el uso de dos capas de plata metálica relativamente espesas 4a, 4b en combinación con la capa intermedia 2b, la cual es por sí misma una capa sustancialmente gruesa de Si_3N_4 . La unión de la capa 2b con las capas 4a y 4b constituyen, como es lógico, dos de las cuatro capas de nucleación 3b, 3c, como anteriormente se ha descrito.

La capa de plata metálica 4a es la capa de plata subyacente y deberá tener un espesor de 70 Å - 130 Å, con preferencia de 100 Å - 125 Å y más preferentemente de 110 Å. La capa de plata metálica 4b es la capa de plata superyacente y deberá ser de un espesor de 70 Å - 190 Å, con preferencia de 140 Å - 170 Å y más preferentemente de 155 Å. Estas dos capas de plata constituyen conjuntamente las razones principales por las cuales la presente invención consigue sus valores de emisividad muy bajos tal y como se ha indicado anteriormente. A este respecto, es preferible que la capa de plata superyacente 4b sea algo más gruesa que la capa de plata subyacente 4a. Los valores de emisividad puede ser entonces ajustados principalmente variando el espesor de la capa de plata superyacente, aunque de hecho la capa de plata subyacente tiene poco efecto sobre la emisividad. Sin embargo, ambas capas son importantes a la hora de conseguir las características deseables de transmitancia de luz visible, reflexión y color. A este respecto, y con el fin de lograr niveles de emisividad como los indicados anteriormente, sin que las otras características deseadas se vean afectadas de manera adversa, el espesor total de las capas 4a, 4b deberá ser de 200 Å a 300 Å y con preferencia de 225 Å a 275 Å y más preferentemente de 265 Å.

La capa intermedia 2b de Si_3N_4 constituye una característica importante de esta invención. Está diseñada para ser sustancialmente más gruesa que cualquiera de las otras dos capas 2a y 2c de Si_3N_4 y, en las modalidades preferidas, es significativamente más gruesa que las capas 2a y 2c combinadas. Por tanto, y aunque los motivos de ello no se entienden del todo, se cree que esta capa 2b de mayor espesor permite el uso de una capa combinada de plata bastante gruesa para bajos valores de emisividad, al tiempo que se mantienen los niveles deseados de durabilidad (química y mecánica), baja reflectancia que no es de tipo espejo (por ejemplo, $R_G Y$ y $R_F Y$ menores de 10 en estado monolítico y menores de 16 en una unidad IG), transmitancia de luz visible y características de color sustancialmente neutro o no púrpura, tanto en una lámina monolítica como en una unidad IG. De este modo, y para conseguir estos fines, la capa intermedia 2b de Si_3N_4 deberá tener un espesor de 700 Å - 1.100 Å, con preferencia de 900 Å - 1.000 Å y más preferentemente de 950 Å.

Los sistemas estratificados de esta invención, tal y como se describen con respecto a la Figura 1, consiguen una combinación única de propiedades de control solar que llegan a ser particularmente aceptables cuando el vidrio revestido se emplea en una unidad IG, tal y como se ilustra esquemáticamente en la Figura 2 (explicada más adelante). En términos generales, cuando el sustrato de vidrio tiene un espesor de 2 - 6 mm, la lámina de vidrio revestida monolítica (usando, como es lógico, vidrio transparente) tiene una transmitancia de luz visible de por lo menos 70% aproximadamente y con preferencia de 72 - 76%. Esta última gama proporciona una excelente visibilidad pero, teniendo en cuenta la naturaleza de la pila de capas de esta invención, se puede ajustar adicionalmente para conseguir también excelentes calidades de tintado, si así se desea. Además, la lámina de vidrio revestida tiene una emisividad normal (E_n) menor de 0,02 - 0,09, con preferencia de 0,03 - 0,06; una emisividad semiesférica (E_h) menor de 0,03 - 0,12, con preferencia de 0,03 - 0,08; y una resistencia laminar (R_s) de 2 - 10 ohms/cuadrado, con preferencia de 3,0 - 5,0 ohms/cuadrado. Por

ES 2 120 789 T5

otro lado, dicha lámina de vidrio revestida monolítica tendrá los siguientes valores de reflectancia y de coordenadas de color:

	Gama	Preferida	Más preferida
5 R_{GY}	menos de 10	4 - 7	5
a_h	-3 a +5	+2,5 a +4,5	+4
b_h	0 a -10	-4,0 a -8,0	-7 a -8
10 R_{FY}	menos de 10	3 - 7	3 a 4
a_h	-3 a +5	0,0 a +2,0	+1 a +2
b_h	0 a -10	0,0 a -2,0	-1
15			

Ha de apreciarse aquí que las características de reflectancia de esta invención son diferentes de las características de reflectancia notablemente distintas de las modalidades de dicha solicitud copendiente en donde no se utiliza capa intermedia de Si_3N_4 y en donde solo se emplea una capa de plata. A este respecto, y en dicha solicitud copendiente, las características de reflectancia conseguidas satisfacen cierto segmento importante del mercado al conseguir reflectancias más elevadas, es decir, R_{GY} de 12 - 19 y R_{FY} de 8 - 12 en forma monolítica. Si bien no es de "tipo espejo", el producto final logró cierta calidad estética deseada por un determinado segmento de los usuarios de ventanas de vidrio arquitectónicas. Además, en la presente invención, se satisface otro segmento importante del mercado al conseguir reflectancias significativamente más bajas, por ejemplo, menores de 10 aproximadamente para R_{GY} y R_{FY} y con preferencia de 4 - 7 y 3 - 7 para R_{GY} y R_{FY} , respectivamente, en forma monolítica. Al mismo tiempo, y como puede apreciarse a partir de las coordenadas de color, se obtienen valores de color sustancialmente neutros sin depender de un enmascaramiento el cual, en términos generales, fue un requisito a la hora de conseguir una apariencia de color neutro en la modalidad de la referida solicitud copendiente. Además, se consiguen excelentes valores de baja-E, durabilidad (química y mecánica) y propiedades de transmitancia, tanto para una lámina de vidrio simple como para una unidad IG (como se expondrá más adelante).

En relación con lo anterior, la Figura 2 ilustra, de forma algo esquemática, una unidad IG típica de acuerdo con esta invención. Con el fin de diferenciar el "interior" de la unidad IG identificado por "Int." de su "exterior" identificado por "Ext.", el sol 9 se representa de forma esquemática. Como puede verse, dicha unidad IG está constituida por la hoja de vidrio "exterior" 11 y por la hoja de vidrio "interior" 13. Estas dos hojas de vidrio (por ejemplo de un espesor de 2 - 6 mm) están selladas en sus bordes periféricos mediante un sellante 15 y una banda desecante 17 convencionales. Las hojas quedan retenidas entonces en un bastidor de retención de la ventana o puerta convencional (mostrado en una forma esquemática parcial). Al sellar los bordes periféricos de las láminas de vidrio y sustituir el aire de la cámara 20 por un gas tal como argón, se obtiene una unidad IG típica de alto valor aislante. A este respecto, la cámara 20 tiene un ancho habitualmente de 1,25 cm aproximadamente.

Al utilizar el apilamiento de capas anteriormente descrito, como el sistema estratificado 22 sobre la pared 24 de la lámina de vidrio exterior 11 dentro de la cámara 20, tal como se ilustra, o alternativamente sobre la pared 26 de la lámina de vidrio interior 13 dentro de la cámara 20 (no ilustrado), se forma una unidad IG que no es de tipo espejo y que no es púrpura o rojo/azul, particularmente única. A este respecto, y como es lógico, ha de entenderse que la Figura 2 ilustra solo una modalidad de una unidad IG en donde se puede emplear los sistemas estratificados únicos de esta invención. De hecho, los sistemas estratificados de esta invención se pueden emplear en una amplia variedad de unidades IG en general, incluyendo aquellas que tienen más de dos hojas de vidrio. Sin embargo, y en términos generales, las unidades IG de la presente invención, cuando el sistema estratificado está situado sobre la pared de cualquier lámina de vidrio dentro de una cámara aislante de la unidad IG, tendrán normalmente la siguiente gama de características:

55

60

65

ES 2 120 789 T5

TABLA 1

Características de comportamiento	Pared 24		Pared 26	
	Gama	Preferible	Gama	Preferible
Transmitancia de luz visible (%)	>63	65-68	igual	igual
Reflexión (% visible exterior)	<16	9-12	<15	8-11
Reflexión (% visible interior)	<15	8-11	<16	9-12
Coefficiente de Tintado (C.T.)	0,4-0,8	0,45-0,55	0,5-0,8	0,55-0,65
Coeficiente de ganancia térmica solar (C.T. x 0,87)				
U (Invierno) J/cm ² .s.°C	1,13-1,7. 10 ⁻⁴	1,42.10 ⁻⁴	Igual	Igual
U (Verano) J/cm ² .s.°C	1,36-1,47.10 ⁻⁴	1,36.10 ⁻⁴	Igual	Igual
Ganancia térmica relativa J/cm ² .s.°C	510-624.10 ⁻⁴	522-578.10 ⁻⁴	567-794.10 ⁻⁴	681-737.10 ⁻⁴
Características de color				
Ty	63-70	65-68		
a*	-5 a +5	0 a -4	Igual	Igual
b*	-10 a +10	0 a +4	Igual	Igual
Ry exterior (aproximadamente R vis. exterior, anterior)				
a*	+3 a -3	0 a -2,0	+3 a -3	0 a +2
b*	0 a -8	-4,5 a -6,5	0 a -8	0 a -2,0
Ry interior (aproximadamente. R vis. interior, anterior)				
a*	+3 a -3	0 a +2	+3 a -3	0 a -2,0
b*	0 a -8	0 a -2,0	0 a -8	-4,5 a -6,5
El asterisco (*) indica la medición por la referida técnica ASTM III. C. 2° observador.				

Además de las características anteriores, en ciertas modalidades preferidas, se consiguen las siguientes características de comportamiento si se emplea dicho sistema en una unidad IG con una cámara 20 de 1,25 cm de ancho llena de argón, tal y como dichas características son computadas de acuerdo con el programa de software conocido como "WINDOW 4.1" de Lawrence Berkley Laboratories de Berkeley, California; y, además, usando un espectrofotómetro Hitachi para conseguir datos respecto a: (1) transmitancia de luz visible y solar; (2) reflexión solar, lado de la película y lado del vidrio; y (3) un espectrofotómetro de infrarrojos Beckman para medir la emitancia. El programa WINDOW 4.1, 1988-1994 es un programa registrado en derechos de autor por la Regents of the University de California y titulado "Fenestration Production Thermal Analysis Program."

ES 2 120 789 T5

TABLA 2

	Características de comportamiento	Pared 24	Pared 26	Lámina monolítica
5	T_{visible}	66	66	
10	$R_{\text{vis., exterior}}$	9	11	
	$R_{\text{vis., interior}}$	11	9	
	T_{solar}	36	36	
15	R_{solar}	32	36	
	Coefficiente de Tintado	0,46	0,61	
	Coefficiente de ganancia térmica solar	0,392	0,522	
20	$U_{\text{Invierno}} \text{ J/cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$	$1,42 \cdot 10^{-4}$	$1,42 \cdot 10^{-4}$	
25	$U_{\text{Verano}} \text{ J/cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$	$1,36 \cdot 10^{-4}$	$1,36 \cdot 10^{-4}$	
	E_n	0,054	0,054	
	E_h	0,060	0,060	
30	Ganancia térmica $\text{J/cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$	$533 \cdot 10^{-4}$	$701 \cdot 10^{-4}$	
	R_s (ohms/cuadrado)	3,39	3,39	
35	<u>Color</u> (*Ill. C. 2° observador)		(h) Hunter Ill. C. 10° <u>Observador</u>	
	T_y	65,7	65,7	72,4
40	a^*	-3,2	-3,2	-2,59 a_h
	b^*	2,76	2,76	-2,57 b_h
	R_{GY} (exterior)	8,8	10,8	4,91
45	a^*	+1,81	+0,046	+4,13 a_h
	b^*	-6,4	-1,1	-7,62 b_h
	R_{FY} (interior)	10,8	8,8	3,48
50	a^*	+0,46	+1,81	+1,64 a_h
	b^*	-1,1	-6,4	-0,69 b_h

55 En esta modalidad, la lámina de vidrio monolítica se sometió tanto al ensayo de ebullición, para determinar la durabilidad química, como al referido aparato de ensayo de la abrasión Pacific Scientific Abrasion, para determinar la durabilidad mecánica. Dicha lámina de vidrio monolítica pasó ambos ensayos.

60 En contraste o en comparación con las características de la modalidad anterior de esta invención, se encuentran las siguientes características por la aplicación de la técnica WINDOW 4.1 anteriormente descrita (cámara de argón de 1,25 cm) a dicho producto comercial IG del estado de la técnica "Cardinal - 171".

65

ES 2 120 789 T5

TABLA 3

	Pared 24	Pared 26	Lámina monolítica
5	Características de comportamiento		
	T_{visible}	73	73
10	$R_{\text{vis., exterior}}$	11	12
	$R_{\text{vis., interior}}$	12	11
	T_{solar}	41	41
15	R_{solar}	33	36
	Coefficiente de Tintado	0,52	0,62
	Coefficiente de ganancia térmica solar	0,443	0,531
20	$U_{\text{Invierno}} \text{ J/cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$	$1,42 \cdot 10^{-4}$	$1,42 \cdot 10^{-4}$
	$U_{\text{Verano}} \text{ J/cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$	$1,36 \cdot 10^{-4}$	$1,36 \cdot 10^{-4}$
25	E_n	0,051	0,051
	E_h	0,060	0,060
30	Ganancia térmica $\text{J/cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$	$601 \cdot 10^{-4}$	$720 \cdot 10^{-4}$
	R_s (ohms/cuadrado)	3,27	3,27
35	<u>Color (*Ill. C. 2° observador) (h) Hunter Ill. C. 10° Observador</u>		
	T_y	73,5	73,5
40	a^*	-1,8	-1,8
	b^*	+2,74	+2,74
	R_{GY} (exterior)	11,1	12,0
45	a^*	+2,14	-3,4
	b^*	-5,5	-0,49
	R_{FY} (interior)	12,0	11,1
50	a^*	-3,4	+2,14
	b^*	+0,4	-5,5
			80,7
			-1,26 a_h
			+2,62 b_h
			5,98
			+2,37 a_h
			-5,68 b_h
			4,90
			-2,01 a_h
			+0,60 b_h

55 A este respecto, ha de indicarse que este producto IG Cardinal - 171 ha conseguido una aceptación comercial importante en el mercado. En realidad, su único inconveniente reside en su carencia de durabilidad química. Su sistema preciso de apilamiento de capas no ha sido mostrado. Sin embargo, se cree que está de acuerdo con el sistema descrito en la referida Patente US No. 5.302.449.

60 Como puede verse, y comparando los resultados de esta invención con aquellos de dicho producto ya comercialmente aceptado, la presente invención ha conseguido un alto nivel de competitividad al utilizar un sistema estratificado sustancialmente diferente. Por ejemplo, aunque el producto Cardinal consigue una transmitancia de luz visible mayor que la modalidad de la presente invención (73% vs. 66%), sin embargo este 66% no solo se encuentra bastante bien dentro de los niveles aceptables sino que, cuando son deseables coeficientes de tintado más bajos como anteriormente se ha explicado (por ejemplo, para reducir los costes del acondicionamiento de aire en períodos climáticos calientes), este 66% es comercialmente más deseable que el 73%. Sin embargo, de particular importancia es la consecución

ES 2 120 789 T5

por parte de esta invención de una durabilidad química superior. Ambos productos tienen emisividades muy bajas, prácticamente iguales, así como excelentes valores U, prácticamente iguales.

5 Con respecto a las características de comportamiento IG antes mencionadas y no definidas anteriormente aquí, tales como U_{Invierno} , U_{Verano} , etc., estos términos son bien comprendidos en la técnica y se utilizan aquí según su significado ya aceptado. Por ejemplo, el valor "U" es una medida de la propiedad aislante del sistema IG. Los valores U_{Invierno} U_{Verano} se determinan según NFRC 100-91 (1991), una norma incluida en el software WINDOW 4.1. El "coeficiente de tintado" (C.T.) se determina según NFRC 200-93 (1993), determinando en primer lugar el "coeficiente de ganancia térmica solar" y dividiendo entonces por 0,87. La "ganancia térmica relativa" (g.t.r.) se determina por el mismo procedimiento NFRC 200-93. " T_{solar} " significa la transmitancia de energía solar total, una combinación conocida de transmitancia de UV, luz visible e IR. Similarmente, " R_{solar} " significa la reflectancia solar total, una combinación conocida de reflectancia de UV, luz visible e IR.

15 La Figura 3 es una vista esquemática parcial de una vivienda familiar típica 28 que tiene varios portales en donde se puede emplear la presente invención. Por ejemplo, la ventana 30 puede emplear o bien una lámina de vidrio monolítica que tiene sobre la misma una pila de capas según esta invención, o bien puede emplear, como una "buhardilla", una unidad IG de esta invención, tal como se ilustra en la Figura 2. De manera similar, el panel corredizo 32 o el panel no corredizo 34, así como el panel de la puerta frontal 36, pueden construirse igualmente empleando esta invención, bien como una lámina de vidrio monolítica o bien como una unidad IG.

20 Una vez ofrecida la descripción anterior, para los expertos en la materia serán evidentes muchas otras características, modificaciones y mejoras. Tales otras características, modificaciones y mejoras se considerarán, por tanto, como parte de esta invención, cuyo alcance quedará únicamente determinado por las siguientes reivindicaciones.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 120 789 T5

REIVINDICACIONES

5 1. Un artículo de vidrio revestido por bombardeo iónico constituido por un sustrato de vidrio que tiene sobre el mismo, desde el vidrio hacia el exterior, un sistema estratificado que incluye:

- a) una capa de Si_3N_4 que tiene un espesor de $300 \text{ \AA} - 500 \text{ \AA}$;
- 10 b) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 \AA o menos;
- c) una capa de plata que tiene un espesor de $70 \text{ \AA} - 130 \text{ \AA}$;
- d) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 \AA o menos;
- 15 e) una capa de Si_3N_4 que tiene un espesor de $700 \text{ \AA} - 1.100 \text{ \AA}$;
- f) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 \AA o menos;
- 20 g) una capa de plata que tiene un espesor de $70 \text{ \AA} - 190 \text{ \AA}$;
- h) una capa de níquel o nicromo que tiene un espesor de 7 \AA o menos; y
- 25 i) una capa de Si_3N_4 que tiene un espesor de $350 \text{ \AA} - 700 \text{ \AA}$;

siendo dicha capa e) sustancialmente más gruesa que cualquiera de las dos capas a) e i).

30 2. Un artículo de vidrio revestido por bombardeo iónico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque:

cuando dicho sustrato de vidrio tiene un espesor de 2-6 mm, el sustrato de vidrio revestido tiene una transmitancia de luz visible de por lo menos 70%, una emisividad normal (E_n) de 0,02 - 0,09, una emisividad semiesférica (E_h) de 0,03 - 0,12, una resistencia laminar (R_s) de 2 - 10 ohms/cuadrado, y tiene las siguientes características de reflectancia y coordenadas de color:

en el lado del vidrio, las características son:

- 40 R_{GY} menor de 10,
- a_h de -3 a +5, y
- b_h de 0 a -10,

45 en el lado de la película, las características son:

- 50 R_{FY} menor de 10,
- a_h de -3 a +5, y
- b_h de 0 a -10,

55 en donde RY es la reflectancia y a_h , b_h son las coordenadas de color medidas en unidades Hunter, III. C, 10° observador.

60 3. Un artículo según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el espesor de la capa (a) es de $350 \text{ \AA} - 450 \text{ \AA}$; el espesor de la capa (c) es de $100 \text{ \AA} - 125 \text{ \AA}$; el espesor de la capa (e) es mayor de $900 \text{ \AA} - 1.000 \text{ \AA}$; el espesor de la capa (g) es de $140 \text{ \AA} - 170 \text{ \AA}$; y el espesor de la capa (i) es de $400 \text{ \AA} - 500 \text{ \AA}$.

4. Un artículo según la reivindicación 3, **caracterizado** porque cada una de dichas capas (b), (d), (f) y (h) es de menos de 7 \AA .

65 5. Un artículo según la reivindicación 4, **caracterizado** porque tiene una transmitancia de luz visible de 72 - 76%; una emisividad normal (E_n) de 0,03-0,06; una emisividad semiesférica (E_h) de 0,03-0,08; una resistencia laminar de 3-5, y tiene las siguientes características de reflectancia y de coordenadas de color:

ES 2 120 789 T5

Lado del vidrio

$R_G Y, 4 - 7$

5 $a_h, +2,5 \text{ a } +4,5$

$b_h, -4 \text{ a } -8$

Lado de la película

$R_F Y, 3 - 7$

$a_h, 0,0 \text{ a } +2,0$

15 $b_h, 0,0 \text{ a } -2,0.$

6. Un artículo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha transmitancia de luz visible es de 72-73%, dicha E_n es de 0,05-0,06, dicha E_h es de 0,060 y dicha R_s es de 3,0 - 4,0 ohms/cuadrado.

7. Un artículo según la reivindicación 6, **caracterizado** porque dichas capas tienen los siguientes espesores:

<u>Capa</u>	<u>Espesor (Å)</u>
a	400
b	7
c	110
d	7
e	950
f	7
g	155
h	7
i	450

8. Un artículo según la reivindicación 6, **caracterizado** porque tiene las siguientes características:

$T_y, 72,4$

$a_h, -2,59$

$a_b, -2,57$

$R_G Y, 4,91$

$a_h, +4,13$

$a_b, -7,62$

$R_F Y, 3,43$

$a_h, +1,64$

$a_b, -0,69.$

9. Un artículo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho sistema estratificado es química y mecánicamente duradero.

10. Un artículo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque, cuando dicho sustrato revestido se observa desde el lado del vidrio, el artículo tiene una apariencia de color dentro de la gama que va desde neutro a ligeramente azul.

11. Una unidad de vidrio aislante constituida por al menos dos láminas de vidrio separadas, sustancialmente paralelas, en donde al menos una de dichas láminas de vidrio es un artículo de vidrio según la reivindicación 1.

ES 2 120 789 T5

12. Una unidad de vidrio aislante según la reivindicación 11, **caracterizada** porque dichas dos láminas de vidrio están selladas entre sí por sus bordes periféricos, para definir con ello una cámara aislante entre las mismas, y porque dicho sistema estratificado está situado sobre una superficie de una de dichas láminas de vidrio dentro de dicha cámara aislante.

13. Una unidad de vidrio aislante según la reivindicación 12, **caracterizada** porque dicha unidad es una ventana, puerta o pared de vidrio aislante.

14. Una unidad de vidrio aislante constituida por al menos dos láminas de vidrio separadas y sustancialmente paralelas, en donde al menos una de las láminas de vidrio es un artículo de vidrio según las reivindicaciones 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10.

15. Una unidad de vidrio aislante según la reivindicación 11, **caracterizada** porque dicho sistema estratificado tiene los siguientes espesores:

Capa	Espesor (Å)
a	350 - 450
b	menos de 7
c	100 - 125
d	menos de 7
e	900 - 1.000
f	menos de 7
g	140 - 170
h	menos de 7
i	400 - 500

16. Una unidad de vidrio aislante según la reivindicación 11, **caracterizada** porque dichas capas tienen los siguientes espesores:

Capa	Espesor (Å)
a	400
b	7
c	110
d	7
e	950
f	7
g	155
h	7
i	450

en donde dicho sistema estratificado está situado sobre la superficie de la lámina de vidrio exterior dentro de dicha cámara aislante y tiene las siguientes características aproximadas:

T_{visible} 66

$R_{\text{vis. exterior}}$ 9

$R_{\text{vis. interior}}$ 11

T_{solar} 36

R_{solar} 32

Coef. de Tintado 0,46

C.G.T.S. 0,392

U_{invierno} 0,25

ES 2 120 789 T5

	U _{verano}	0,24
	E _n	0,054
5	E _h	0,060
	Ganancia Térmica Relativa	94
	R _s	3,39
10	T _y	65,7
	a*	-3,2
15	b*	+2,76
	R _G Y (exterior)	8,8
	a*	+1,81
20	b*	-6,4
	R _F Y (interior)	10,8
25	a*	+0,46
	b*	-1,1.

30 17. Una unidad de vidrio aislante según la reivindicación 16, **caracterizada** porque dicho sistema estratificado es química y mecánicamente duradero.

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

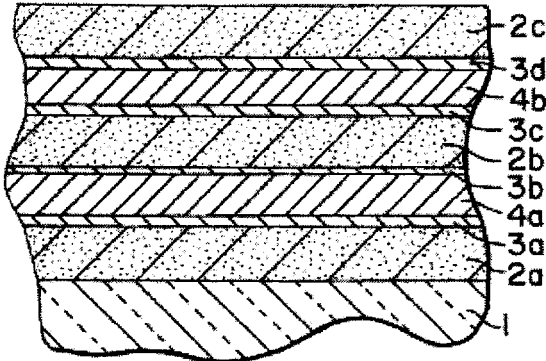


FIG. 2

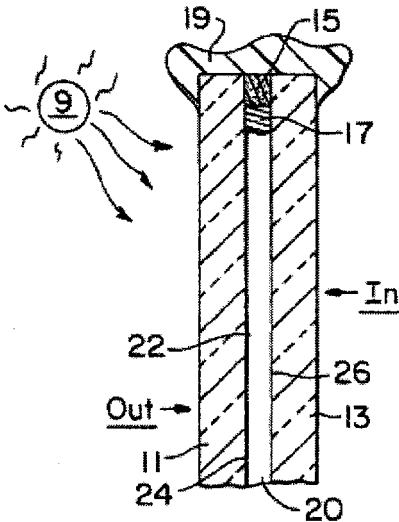


FIG. 3

