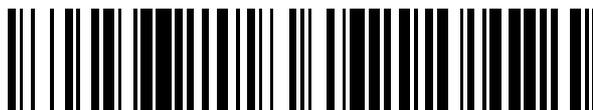


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 646**

51 Int. Cl.:

**C03C 4/08** (2006.01)  
**C03C 4/02** (2006.01)  
**C03C 3/087** (2006.01)  
**C03C 3/095** (2006.01)  
**C03C 17/34** (2006.01)  
**C03C 17/36** (2006.01)  
**E06B 9/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2007 PCT/US2007/065312**  
87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2007 WO07112426**  
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2007 E 07759531 (2)**  
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2046690**

54 Título: **Vidrio azul de baja absorción solar, vidrio azul revestido reflectante solar y unidad aislante que tiene una baja ganancia térmica solar**

30 Prioridad:

**28.03.2006 US 786606 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.05.2018**

73 Titular/es:

**VITRO, S.A.B. DE C.V. (100.0%)  
Av. Ricardo Margain Zozaya No. 400, Col. Valle del Campestre, San Pedro Garza Garcia  
Nuevo León, México 66265, MX**

72 Inventor/es:

**HEITHOFF, ROBERT, B. y  
MINER, GLENN, T.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 666 646 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

Vidrio azul de baja absorción solar, vidrio azul revestido reflectante solar y unidad aislante que tiene una baja ganancia térmica solar

5

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un vidrio azul de baja absorción solar, y más en particular a una composición de vidrio azul de hierro bajo y un sustrato de vidrio azul, por ejemplo una lámina de vidrio cortada de una cinta de vidrio realizada usando un proceso de fabricación de vidrio plano continuo; a un vidrio azul revestido reflectante solar y más en particular a la composición de vidrio azul de baja absorción solar que tiene un revestimiento de baja emisividad, y a una unidad de vidrio aislante que tiene una baja ganancia térmica solar, y más en particular, a una unidad de vidrio aislante que tiene el vidrio azul revestido como una de las láminas de la unidad de vidrio aislante.

10

15 **Antecedentes de la invención**

Las unidades de vidrio aislante (IG) son preferentemente ventanas en edificios residenciales y comerciales porque reducen la transmitancia de energía a través de la ventana. Como se aprecia por el experto en la materia, la reducción de transmitancia de energía a través de las unidades IG reduce las pérdidas de calor desde el interior del edificio durante el invierno, y reduce la ganancia térmica al interior del edificio durante el verano. En general, la construcción de unidad determina las pérdidas de calor convectivas y conductivas, y las propiedades de absorción y reflexión de las láminas de vidrio de la unidad IG controlan la ganancia térmica de energía solar desde la unidad IG, un parámetro importante en los edificios comerciales. En el momento actual, un producto comercial altamente deseable es una unidad IG con una transmitancia visible de intervalo intermedio, un coeficiente de ganancia térmica solar bajo (SHGC) y un color gris neutral. De interés particular en la siguiente discusión son las propiedades de absorción, transmitancia, reflectancia y color de las láminas de vidrio de la unidad IG. Para un análisis de la reducción de pérdidas de calor conductivas y convectivas de una unidad IG se hace referencia a la Patente de Estados Unidos n.º 5.655.282, que se incorpora en el presente documento por referencia.

20

25

30

35

40

En general, el incremento de la cantidad de contenido de hierro total en la composición de vidrio incrementa la absorción de energía infrarroja solar ("IR") del vidrio reduciendo por tanto la transmitancia IR. Por ejemplo, un vidrio de flotador tintado en gris típico con la transmitancia visible de intervalo intermedio, por ejemplo del 40 al 60 % en el intervalo de longitud de onda de 380 a 770 nanómetros del espectro electromagnético, contiene más de 0,3 % en peso de hierro. Por desgracia, ya que la superficie de vidrio tiene una alta emisividad, una porción significativa de la energía absorbida fluye al interior del edificio. Otro inconveniente con el incremento del hierro total en el vidrio para reducir la transmitancia IR es que el vidrio se calienta cuando se expone a la luz solar. Tal como se aprecia por el experto en la materia, el calentamiento del vidrio por la absorción IR establece tensiones térmicas en el vidrio que pueden tener como resultado la fractura de la lámina de vidrio. Un análisis del vidrio coloreado se proporciona en la Patente de Estados Unidos con n.º 3.723.142 y 6.998.362, la Solicitud de Patente de Reino Unido GB 2.252.973 y la Patente Japonesa 63-277537, documentos que se incorporan por referencia en la presente. Los vidrios de absorción UV que tienen un tinte gris o de bronce se describen en los documentos FR 2 690 437 A, EP 0 834 481 A1 y EP 0 790 219 A1.

45

50

55

60

Otra técnica para reducir la transmitancia IR del vidrio es aplicar un revestimiento reflectante de IR, por ejemplo del tipo descrito en la Patente de Estados Unidos n.º 4.610.771 y la Solicitud de Patente de Estados Unidos con n.º de serie 10/428.481 y 10/912.718, documentos que se incorporan por referencia en la presente. Los revestimientos reflectantes de IR también tienen normalmente una emisividad de superficie reducida, también denominados revestimientos de "baja e", reduciendo por tanto el flujo de calor a través de la ventana. Un inconveniente con esta técnica para reducir la absorción IR del vidrio es que el vidrio revestido puede no tener un color atractivo estéticamente o un nivel deseado de transmitancia visible. Por ejemplo, y para no limitar el análisis a ello, en general, los revestimientos reflectantes de IR en vidrio flotante depositado por deposición al vacío por pulverización de bombardeo atómico magnética ("MSVD") tienen un color verde claro o amarillo transmitido. Usando el revestimiento IR MSVD con los sustratos de vidrio actualmente disponibles se pueden tener las siguientes limitaciones. Una unidad IG que tiene una lámina de vidrio clara revestida puede tener una alta transmitancia de luz visible, por ejemplo mayor de el 70 %; una unidad IG que tiene un vidrio coloreado en gris revestido puede tener una transmitancia de luz visible unitaria baja, por ejemplo menos del 36 %; una unidad IG que tiene un vidrio coloreado en verde o verde/azul revestido se considera general y comercialmente como un color demasiado verde, y una unidad IG que tiene un vidrio coloreado en bronce revestido se considera comercial y generalmente como de color demasiado amarillo.

65

Aunque los vidrios disponibles actualmente revestidos con reflectante de IR o revestimientos de baja emisividad son aceptables para algunas aplicaciones limitadas, estos tienen limitaciones cuando se usan como una de las láminas de una unidad IG. Más en particular, varios requisitos de rendimiento de la unidad IG incluyen, pero no se limitan a, que la unidad IG tenga un coeficiente de ganancia térmica solar bajo ("SHGC"), por ejemplo por debajo de 0,40, transmitancia de luz visible en el intervalo intermedio de 40 a 60 %, y un color gris neutral, por ejemplo un color gris azulado. Usando los vidrios coloreados revestidos disponibles actualmente se puede proporcionar un SHGC

aceptable; sin embargo, si el color de la unidad IG no es un color gris neutral, tiene una aceptabilidad limitada en el mercado. Un intento de cambiar el color del vidrio revestido para obtener una unidad IG con un color gris neutral es alterar el color del revestimiento de baja e y aplicar el revestimiento de baja e para aclarar el vidrio. El color de la unidad IG está más cerca del color gris; sin embargo, el SHGC de la unidad IG se incrementa.

Como puede apreciarse ahora por los expertos en la materia, sería ventajoso proporcionar una composición de vidrio que pueda usarse con los revestimientos reflectantes de IR disponibles actualmente para proporcionar un vidrio revestido que pueda usarse en una unidad IG para proporcionar una unidad IG con un color gris azulado neutral, una transmitancia de luz visible en el intervalo intermedio y un SHGC bajo.

### Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un sustrato de vidrio que tiene una composición de vidrio que tiene una porción de vidrio de base y una porción de colorante de vidrio. La porción de vidrio de base es una porción de base de sosa-cal-sílice, y la porción de colorante de vidrio consiste en hierro total expresado como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en el intervalo de 0,04 a 0,28 por ciento en peso;  $\text{CoO}$  en el intervalo de 32 a 90 partes por millón;  $\text{Se}$  en el intervalo de 1 a 5,5 partes por millón; y opcionalmente al menos un colorante adicional seleccionado de entre  $\text{C}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{TiO}_2$  y  $\text{Er}_2\text{O}_3$ ; y tiene una relación de  $\text{CoO}$  con  $\text{Se}$  igual a o mayor de 6. Los porcentajes de peso y las partes por millón se basan en la composición de vidrio final. El sustrato de vidrio puede cortarse de una cinta de vidrio realizada mediante un proceso de vidrio plano continuo.

La invención se refiere además a un sustrato de vidrio que tiene una composición de vidrio que tiene, entre otras cosas, una porción de vidrio de base y una porción de colorante de vidrio, teniendo la porción de colorante de vidrio colorantes en cantidades seleccionadas para proporcionar al sustrato de vidrio unas coordenadas de cromaticidad de  $a^*$  en el intervalo de -3,5 a +2,5 y  $b^*$  en el intervalo de -1 a -15, y una transmitancia de luz visible de 40 al 80 %, en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas).

La invención se refiere además a un vidrio revestido que tiene un sustrato de vidrio y un revestimiento sobre una superficie principal del sustrato de vidrio, el sustrato de vidrio incluye, entre otras cosas, una porción de vidrio base y una porción de colorante de vidrio, teniendo la porción de colorante de vidrio colorantes en cantidades seleccionadas para proporcionar al sustrato de vidrio sin revestir unas coordenadas de cromaticidad de  $a^*$  en el intervalo de -3,5 a +2,5 y  $b^*$  en el intervalo de -1 a -15, y una transmitancia de luz visible de 40 a 80 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas), y el artículo revestido tiene una emisividad hemisférica de revestimiento no superior a 0,25.

La invención también se refiere a una unidad aislante mejorada del tipo que tiene una lámina de vidrio revestida separada de una lámina de vidrio clara con espacio entre bordes del par de láminas de vidrio selladas. La mejora incluye, entre otras cosas, la lámina revestida que incluye, entre otras cosas, un sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio incluye, entre otras cosas, una porción de vidrio de base y una porción de colorante de vidrio. La porción de colorante de vidrio incluye colorantes en cantidades seleccionadas para proporcionar al sustrato de vidrio unas coordenadas de cromaticidad de  $a^*$  en el intervalo de -3,5 a +2,5 y  $b^*$  en el intervalo de -1 a -15, y una transmitancia de luz visible de 40 a 80 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas). La lámina de vidrio revestida tiene coordenadas de cromaticidad de  $a^*$  en el intervalo de -7 a +2,0 y  $b^*$  en el intervalo de 3 a -13, y una transmitancia de luz visible en el intervalo de 26 a 75 %, en un espesor de 5,66 mm (0,223 pulgadas) y una emisividad hemisférica de revestimiento que no es mayor de 0,25. La unidad de aislamiento tiene una transmitancia de luz visible en el intervalo de 26 a 67 % y un coeficiente de ganancia térmica solar no mayor de 0,50.

### Descripción de la invención

Cada valor numérico debería al menos interpretarse a la luz del número de dígitos significativos reportados y aplicando técnicas de redondeo ordinarias. Además, todos los intervalos descritos en este documento deben interpretarse como que abarcan los valores de intervalo de inicio y final y cualquiera y todos los subintervalos contenidos en su interior. Por ejemplo, un intervalo mencionado de "1 a 10" debería considerarse como que incluye cualquiera y todos los subintervalos entre (e inclusive) el valor mínimo de 1 y el valor máximo de 10; es decir, todos los subintervalos que comienzan con un valor mínimo de 1 o más y terminan con un valor máximo de 10 o menos, por ejemplo, 1,0 a 3,8, 6,6 a 9,7 y 5,5 a 10. Además, como se usa en este documento, los términos "depositado sobre", "aplicado sobre", o "proporcionado sobre" significan depositado, aplicado o proporcionado en pero no necesariamente en contacto superficial con. Por ejemplo, un material "depositado sobre" un sustrato no excluye la presencia de uno o más de otros materiales de la misma composición o diferente ubicado entre el material depositado y el sustrato.

Antes de analizar realizaciones no limitantes de la composición de vidrio, el sustrato o lámina de vidrio, el sustrato de vidrio revestido y la unidad IG de la invención, se entiende que la invención no se limita en su aplicación a los detalles de las realizaciones no limitantes particulares mostradas y analizadas en este documento ya que la invención es capaz de tener otras realizaciones. Además, la terminología usada en este documento para analizar la invención tiene los fines de descripción y no de limitación.

Las realizaciones no limitantes de la invención se dirigen a composiciones de vidrio, sustratos de vidrio, sustratos de vidrio revestido y unidades IG de la invención. Para una apreciación y entendimiento completo de la invención, las realizaciones de la invención se describen en el siguiente orden: realizaciones de la composición de vidrio de la invención, realizaciones del sustrato de vidrio de la invención, realizaciones del vidrio revestido de la invención y las realizaciones de la unidad IG de la invención.

La composición de vidrio de la invención incluye una porción de vidrio de base y una porción de colorante de vidrio para proporcionar un sustrato o lámina de vidrio que tiene un color y unas propiedades de control solar predeterminados. En una realización no limitante de la invención, la porción de vidrio de base es del tipo mencionado en la técnica como composición de vidrio de "sosa-cal-sílice" e incluye los componentes en los intervalos de porcentaje en peso (% en peso) mostrados en la Tabla 1 a continuación. A menos que se indique lo contrario, el % en peso de un componente de la porción de vidrio de base, y de la porción de colorante de vidrio de la composición de vidrio se basa en el peso total de la composición de vidrio, es decir el peso total de la porción de vidrio de base más el peso total de la porción de colorante.

**Tabla 1. Porción de vidrio de base**

Componente	Porcentaje en peso basado en el peso total de la composición de vidrio final
SiO <sub>2</sub>	65-75
Na <sub>2</sub> O	10-20
CaO	5-15
MgO	0-5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-5
K <sub>2</sub> O	0-5
BaO	0-1

Los colorantes para obtener el color y las propiedades de rendimiento solar predeterminadas de la invención son óxidos de hierro (tanto óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como óxido ferroso (FeO)), óxido de cobalto (CoO), selenio (Se) y opcionalmente óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de manganeso (MnO<sub>2</sub>), óxido de neodimio (Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), óxido de erbio (Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de níquel (NiO).

De acuerdo con la presente invención, el hierro puede estar presente en la composición de vidrio tanto como óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como óxido ferroso (FeO). Tal como se conoce en la técnica, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es un absorbedor fuerte de radiación ultravioleta y es un colorante amarillo, y FeO es un absorbedor fuerte de radiación infrarroja y es un colorante azul. La cantidad de hierro presente en el estado ferroso (Fe<sup>++</sup>) en la composición de vidrio de la presente invención se expresa en términos del porcentaje en peso de "FeO" presente en la composición de vidrio, como es una práctica estándar en la industria. Como se aprecia por los expertos en la materia, aunque la cantidad de hierro en el estado ferroso (Fe<sup>++</sup>) se expresa como FeO, la cantidad total en el estado ferroso (Fe<sup>++</sup>) puede no estar actualmente presente en el vidrio como FeO.

La cantidad de "hierro total" presente en la composición de vidrio de la invención se expresa en términos del porcentaje en peso de "Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" presente en la composición de vidrio, como es una práctica estándar en la industria. Esto no implica que todo el hierro presente en la composición de vidrio esté en la forma de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. En la práctica de la presente invención, el hierro total en la composición de vidrio está en el intervalo de 0,04 a 0,28 por ciento en peso, preferentemente en el intervalo de 0,08 a 0,26 por ciento en peso, y más preferentemente en el intervalo de 0,15 a 0,25 por ciento en peso. Las composiciones de vidrio de acuerdo con la presente invención tienen una relación redox menor de o igual a 0,6, preferentemente en el intervalo de 0,05 a 0,40, más preferentemente en el intervalo de 0,10-0,30, y más preferentemente en el intervalo de 0,15 a 0,25. Tal como se usa en este documento, la "relación redox" es la cantidad de hierro en el estado ferroso (expresado como "FeO") dividido por la cantidad de hierro total (expresado como "Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>").

El óxido de cobalto (CoO) es un colorante azul y en la práctica de la invención se añade a la composición de vidrio en una cantidad que varía de 32 a 90 ppm, preferentemente en el intervalo de 35 a 60 ppm, y más preferentemente en el intervalo de 37 a 50 ppm. Otro colorante que se usa en la práctica de la invención es el selenio que puede existir en vidrio en cuatro estados de oxidación: Se<sup>+4</sup> y Se<sup>+2</sup>, que no añaden color al vidrio, Se<sup>0</sup>, que en el vidrio es un colorante rosa, y Se<sup>-2</sup> que en la presencia de hierro es un colorante de bronce. Como es la práctica estándar en la industria, el selenio total se expresa como una fracción en peso de Se aunque puede no estar en el estado elemental en el vidrio. El selenio se incluye en la composición de vidrio de la invención en una cantidad de 1 a 5,5 ppm, preferentemente de 2 a 5 ppm y más preferentemente de 3 a 5 ppm. Como la relación de CoO con Se se incrementa y la cantidad de los otros colorantes en la composición de vidrio permanece constante, el color del vidrio es más azul, y como la relación de CoO con Se disminuye y la cantidad de los otros colorantes en la composición de

vidrio permanece constante, el color del vidrio es menos azul y más amarillo. La relación de porcentaje en peso de CoO con Se es al menos 6, preferentemente al menos 7 y más preferentemente al menos 8.

5 En una realización no limitante de la composición de vidrio de la invención, la porción de colorante de vidrio puede incluir una mezcla de óxido de cromo y óxido de cobalto para reducir el % en peso de óxido de hierro. Por ejemplo y sin limitar la invención, una mezcla de 6 ppm de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 0,4 ppm de CoO puede añadirse para cada reducción de 100 ppm de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

10 En otra realización no limitante de la composición de vidrio de la invención, el óxido de neodimio, un colorante azul, puede incluirse en la composición para reducir el % en peso de óxido de cobalto. Por ejemplo y sin limitar la invención, 180 ppm de óxido de neodimio expresado como Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> puede añadirse para cada reducción de 1 ppm de CoO.

15 Aunque no limita la invención, en la práctica preferente de la invención el óxido de níquel se excluye de la composición de vidrio debido a la tendencia a formar defectos de piedra de sulfuro de níquel, lo que puede provocar una rotura espontánea en el vidrio templado. Sin embargo, en aquellos casos cuando las preocupaciones medioambientales limitan el uso de selenio, el óxido de níquel, óxido de titanio y también óxido de erbio, un colorante de vidrio caro, pueden usarse para reducir el % en peso de selenio. Por ejemplo y sin limitar la invención, una mezcla de 35 ppm de óxido de níquel como NiO, un colorante amarillo en el vidrio y 1 ppm de CoO pueden sustituir una mezcla de 1 ppm de Se y 700 ppm de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

20 En otra realización no limitante de la invención, una mezcla de 4000 ppm de óxido de erbio como Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, un colorante rosa, y 1200 ppm de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pueden sustituir a una mezcla de 1 ppm de Se y 6 ppm de CoO. Además, una mezcla de 1600 ppm de óxido de titanio como TiO<sub>2</sub>, un colorante amarillo, y 4 ppm de CoO pueden sustituir a una mezcla de 25 1 ppm de Se y 600 ppm de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Otros colorantes que pueden usarse en la práctica de la invención son óxidos de manganeso. Más en particular y sin limitar la invención, 1000 ppm de MnO<sub>2</sub>, un colorante amarillo en el vidrio, puede sustituir a una mezcla de 1 ppm de Se y 200 ppm de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

30 En una realización no limitante de la invención, la composición de vidrio descrita se forma en un sustrato de vidrio que usa cualquier proceso de formación de vidrio convencional conocido en la técnica, y preferentemente que usa un proceso de formación de vidrio plano continuo. Por ejemplo y sin limitarse a la invención, la composición de vidrio puede formarse a partir de materiales de lote por medio de fusiones de crisol, un proceso de extracción de lámina, un proceso de vidrio de flotador etc. En la práctica preferente de la invención, el vidrio se funde y se refina en una operación de fusión de vidrio comercial, a gran escala y continua y se forma en unas láminas de vidrio plano de diversos espesores, por ejemplo pero sin limitarse a la invención hasta 25 milímetros ("mm") mediante el proceso de flotador en el que el vidrio fundido se soporta en una piscina de metal fundido, normalmente estaño, ya que asume una forma de cinta y se enfría, de manera bien conocida en la técnica.

40 Aunque es preferente que el vidrio descrito en este documento se realice usando una operación de fusión continua encendida convencional y superior, como se conoce bien en la técnica, el vidrio también puede producirse usando una operación de fusión en múltiples fases, como se describe en la Patente de Estados Unidos n.º 4.381.934 de Kunkle, *et al.*, la Patente de Estados Unidos n.º 4.792.536 de Pecoraro, *et al.*, y la Patente de Estados Unidos n.º 4.886.539 de Cerutti, *et al.* En caso requerido, una disposición de agitación puede emplearse dentro de las fases de fusión y/o formación de la operación de producción de vidrio para homogeneizar el vidrio para producir vidrio de la calidad óptica más alta. Dependiendo del tipo de operación de fusión, el azufre puede añadirse a los materiales de lote de un vidrio de sosa-cal-sílice como una ayuda de fusión y refinación. El vidrio de flotador producido comercialmente puede incluir hasta aproximadamente 0,3 % en peso de SO<sub>3</sub>. En una composición de vidrio que incluye hierro y azufre, proporcionar condiciones de reducción puede crear coloración ámbar que disminuye la transmitancia luminosa como se analiza en la Patente de Estados Unidos n.º 4.792.536 de Pecoraro, *et al.* Sin embargo, se cree que las condiciones de reducción requeridas para producir esta coloración en composiciones de vidrio de flotador del tipo descrito en este documento se limitan a aproximadamente las primeras 20 micras de la superficie de vidrio inferior que contacta con el estaño fundido durante la operación de formación de flotador, y en una menor extensión, a la superficie de vidrio superior expuesta. Debido al contenido de azufre bajo del vidrio y la región limitada del vidrio en la que cualquier coloración puede ocurrir, dependiendo de la composición de vidrio de sosa-cal-sílice particular, el azufre en estas superficies no tiene esencialmente efecto material en el color o las propiedades espectrales del vidrio.

60 Debería apreciarse que como resultado de la formación del vidrio en estaño fundido como se ha analizado antes, unas cantidades mensurables de óxido de estaño pueden migrar a porciones de superficie del vidrio en el lado que contacta con el estaño fundido. Normalmente, una pieza de vidrio de flotador tiene una concentración de SnO<sub>2</sub> que varía desde aproximadamente 0,05 a 2 % en peso en aproximadamente las primeras 25 micras por debajo de la superficie del vidrio que estaba en contacto con el estaño. Los niveles de antecedente normales de SnO<sub>2</sub> pueden ser tan altos como 30 ppm. Se cree que unas altas concentraciones de estaño en aproximadamente los primeros 10 angstrom de la superficie de vidrio soportada por el estaño fundido pueden incrementar ligeramente la reflectividad

de esa superficie de vidrio; sin embargo, el impacto general en las propiedades del vidrio es mínimo.

Como se aprecia por los expertos en la materia de la realización de vidrio, un resultado de los materiales en bruto y/o el equipo usado para producir vidrio, incluyendo producir vidrio de la presente invención, tiene como resultado ciertas impurezas, por ejemplo, SrO y ZrO<sub>2</sub>, que están presentes en la composición de vidrio final. Tales materiales están presentes en la composición de vidrio en cantidades menores y se mencionan en este documento como "materiales residuales". A modo de ilustración y sin limitarse a la invención, se cree que las composiciones de vidrio de la presente invención producidas por un proceso de flotador comercial como se ha analizado antes pueden incluir concentraciones bajas, por ejemplo niveles residuales de colorantes, por ejemplo Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub> y TiO<sub>2</sub>. Estos niveles se mencionan como "niveles residuales" porque no afectan materialmente a las características de color y a las propiedades espectrales del vidrio azul de la invención. Por ejemplo y sin limitarse la invención, el Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en cantidades no superiores a 10 ppm se considera un material residual; el MnO<sub>2</sub> en cantidades no superiores que 50 ppm se considera un material residual, y el TiO<sub>2</sub> en cantidades no superiores que 0,02 % en peso se considera un material residual.

En una realización no limitante de la invención, un sustrato de vidrio de la presente invención en un espesor de 5,66 mm (0,223 pulgadas) exhibe las siguientes propiedades:

1. un color descrito por las siguientes coordenadas de cromaticidad de a\* que varía desde -4 a +4 y b\* que varía desde 0 a -20; preferentemente a\* que varía desde -3,5 a +2,5 y b\* que varía desde -1 a -15; más preferentemente a\* que varía desde -3 a +1 y b\* que varía desde -2 a -12; más preferentemente que varía desde a\* -2,5 a 0 y b\* que varía desde -4 a -9 y más estrechamente que varía desde a\* -1,8 a -0,5 y b\* -5 a -8. Los vidrios con estas coordenadas de color se consideran de color azul-violeta.

2. una transmitancia de luz visible ("Tvis") que varía desde no más de 80 %, preferentemente 40 % a 80 %, más preferentemente de 50 % a 76 %, más preferentemente desde 55 % a 72 % y más estrechamente desde 58 a 70 %.

De acuerdo con la presente invención, las propiedades antes mencionadas del vidrio se miden como sigue. La transmitancia de la luz visible (Tvis) representa un valor calculado basándose en los datos de transmitancia medidos usando el iluminante estándar CIE "D65" y el observador estándar CIE 1931 (2°) sobre el intervalo de longitud de onda de 380 a 770 nanómetros en 10 intervalos de nanómetro. El color se describe en términos de coordenadas de cromaticidad a\* y b\* que representan valores calculados basándose en datos de transmitancia medidos usando el iluminante estándar CIE "D65" y el observador estándar suplementario CIE 1964 (10°). Los datos transmitidos se recogen mediante un espectrofotómetro Perkin-Elmer Lambda 9 con una esfera de integración Labsphere de 150 mm revestida con Spectralon, siguiendo la metodología de ASTM E903-96, "Standard Test Method for Solar Absorbance, Reflectance, and Transmittance of Materials using Integrating Spheres". El cálculo de Tvis (también conocido como valor de triestímulo "Y") y las coordenadas de cromaticidad siguen la metodología encontrada en ASTM E308-90, "Standard Test Method for Computing the Colors of Objects Using the CIE System".

## Ejemplos

Las realizaciones no limitantes de la presente invención se ilustran mediante los siguientes ejemplos no limitantes. Los ejemplos 1 a 6 se realizaron de la siguiente manera.

Los materiales en lote se pesaron de acuerdo con las fórmulas de lote proporcionadas por los Ejemplos 1-6 en la Tabla 2 a continuación. Todos los pesos de materiales están en gramos. Los materiales de lote para cada Ejemplo 1-6 se mezclaron y fusionaron en un crisol de platino de 10,16 cm (4 pulgadas) en un horno de resistencia eléctrica en una atmósfera de aire ajustada a una temperatura de 1343 °C (2450 °F). La temperatura del horno se incrementó después de cada tres (3) períodos de treinta (30) minutos. Más en particular, después del primer período de 30 minutos, la temperatura del horno se incrementó a 1371 °C (2500 °F); después del segundo período de 30 minutos, la temperatura del horno se incrementó a 1399 °C (2599 °F), y después del tercer período de 30 minutos, la temperatura del horno se incrementó a 1426 °C (2600 °F) y se mantuvo a 1426 °C (2600 °F) durante 1 hora. Después de esa hora, el crisol se retiró del horno y se vertió en agua a temperatura ambiente (denominado como "fritado de vidrio" en la técnica) para producir una frita de vidrio. La frita se secó, volvió al crisol de platino, y se colocó en un horno ajustado a una temperatura de 1454 °C (2650 °F). Después de 2 horas, los contenidos del crisol se colaron en una mesa metálica. La lámina de vidrio resultante se colocó en un horno de recocido ajustado a 593 °C (1100 °F) durante una hora en cuyo momento la potencia del horno se apagó, y la lámina de vidrio pudo enfriarse lentamente durante dieciséis horas. Las muestras cortadas de la lámina de vidrio se amolaron y pulieron, y el color y la transmitancia de luz visible de las muestras se midieron, y los análisis químicos de las muestras se realizaron.

Los Ejemplos 9 y 10 de la Tabla 2 son materiales en lote para ejecuciones experimentales de vidrio realizadas con un proceso de vidrio de flotador practicado por PPG Industries, Inc. en Wichita Falls, instalación de Texas. El peso de los ingredientes de los Ejemplos 1 a 6 está en gramos, y el peso de los ingredientes de los Ejemplos 9 a 10 está en libras.

Tabla 2. Materiales de lote de vidrio

Ingrediente	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 9	Ejemplo 10
Arena	335	335	335	335	335	335	1000	1000
Ceniza de sosa	110	110	110	110	110	110	263	260
Cáustica	-	-	-	-	-	-	44	44
Caliza	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	147	146
Dolomita	81	81	81	81	81	81	178	188
Barra de sal	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	8,5	8,5
Sodio	-	-	-	-	-	-	4,8	4,8
Desperdicios de vidrio claros	240	240	240	240	240	240	-	-
Desperdicios de vidrio claros/de bronce	-	-	-	-	-	-	2350	2360
Carmín	0,95	0,95	0,34	0,34	0,34	0,34	2,50	2,29
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,331	0,331	0,394	0,394	0,316	0,300	0,066	0,080
Se	0,0149	0,0153	0,0134	0,0134	0,0153	0,0186	0,017	0,012
Carbón	0,402	0,412	0,409	0,458	0,436	0,503	0,088	0,088

Los análisis químicos de vidrio realizados a partir de los materiales de lote para los Ejemplos 1-6, 9 y 10 se muestran a continuación en la Tabla 3. Una o más de las composiciones de los Ejemplos 1-6, 9 y 10 pueden haber contenido los siguientes materiales residuales no eficaces que no se incluyen en la tabla: SrO, ZrO<sub>2</sub>, Cl y BaO.

5

Tabla 3. Composiciones de vidrio de Ejemplos 1-6, 9 y 10

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 9	Ejemplo 10
SiO <sub>2</sub> (% peso)	72,94	72,92	73,14	73,11	73,11	73,09	72,63	71,47
Na <sub>2</sub> O (% peso)	13,77	13,79	13,75	13,73	13,92	13,76	13,97	14,04
CaO (% peso)	9,32	9,34	9,26	9,31	9,10	9,32	9,92	10,02
MgO (% peso)	3,39	3,39	3,36	3,37	3,42	3,40	2,83	2,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (% peso)	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10
K <sub>2</sub> O (% peso)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,059	0,059
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (% peso)	0,190	0,190	0,105	0,104	0,102	0,102	0,201	0,180
CoO (ppm)	43	41	50	52	39	39	43	46
Se (ppm)	4	4	4	4	3	3	3	4
relación CoO/Se	10,8	10,3	12,5	13	13	13	14,3	11,5
relación Redox	0,243	0,251	0,226	0,241	0,276	0,299	0,199	0,233
Tvis (%)	65,8	66,3	66,3	65,1	69,9	69,6	66,08	65,04
a*	-2,16	-2,24	-1,37	-1,51	-1,48	-1,43	-1,26	-1,26
b*	-5,37	-5,15	-7,66	-8,02	-5,57	-5,77	-5,94	-6,44

La composición de vidrio de base y la composición de colorante se midieron mediante espectrofotometría de fluorescencia de rayos X (XRF) usando un modelo Rigaku 3370. El % en peso de FeO se determinó a partir de la fórmula:

10

$$FeO(\% \text{ peso}) = \log(91,93/T_{1000nm}) / (d/21,5)$$

donde:

15

$T_{1000nm}$  = transmitancia a 1000nm  
*d* = espesor de vidrio (pulgadas)

5 La Tabla 4 a continuación incluye colorantes de vidrio, relación de CoO/Se y la relación redox de los Ejemplos 11, 12 y 19-26 de la invención. Las propiedades de vidrio modelado (por ejemplo Tvis, a\* y b\*) de los Ejemplos 11, 12 y 19-26 se generaron mediante un modelo informático de rendimiento espectral y color de vidrio desarrollado por PPG Industries, Inc., un programa informático patentado referente a propiedades de colorantes, más específicamente coeficientes de absorción dependientes de la longitud de onda y las concentraciones de colorantes, respecto a prosperidades y color espectral de vidrio. Una descripción de la metodología puede encontrarse en la publicación  
 10 "Modeling Transmitted Color and Solar Optical Properties of Float Glass", de Robert B. Heithoff, PPG Technology Journal Volumen 5, Número 1, abril de 1999.

**Tabla 4 Concentraciones de colorante y propiedades de vidrios modelados por ordenador a un espesor de 5,66 mm (0,223 pulgadas)**

	Ejemplo 11	Ejemplo 12	Ejemplo 19	Ejemplo 20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> wt. %	0,198	0,216	0,22	0,19
CoO ppm	43	47	50	43
Se ppm	3	3,3	2,9	3,6
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	6	6	6	6
TiO <sub>2</sub> ppm	90	90	90	90
relación CoO/Se	14	13	17	12
relación Redox	0,20	,20	0,15	0,30
Tvis (%)	65,8	63,9	64,0	64,1
a*	-1,21	-1,28	-1,27	-1,29
b*	-5,81	-6,30	-6,56	-6,46

15

**Tabla 4 (continuación) Concentraciones de colorante y propiedades de vidrios modelados por ordenador a un espesor de 5,66 mm (0,223 pulgadas)**

	Ejemplo 21	Ejemplo 22	Ejemplo 23	Ejemplo 25	Ejemplo 26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> wt. %	0,12	0,22	0,15	0,16	0,20
CoO ppm	51	37	48	51	47
Se ppm	3,3	3,3	2,3	2,3	2,3
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	66	6	6	6	6

Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	-	1800	-	-	-
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	-	-	-	-	-
TiO <sub>2</sub> ppm	90	90	90	1600	90
NiO ppm	-	-	35	-	-
MnO <sub>2</sub> ppm	-	-	-	-	1000
relación CoO/Se	15	11	21	22	20
relación Redox	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Tvis	64,0	64,0	64,0	64,3	65,4
a*	-1,12	-1,42	-1,27	-1,19	-1,86
b*	-6,13	-6,45	-6,29	-6,27	-6,63

- 5 Tal como se apreciará ahora por los expertos en la materia, los vidrios coloreados de la invención tienen un color violeta azulado inusual debido al bajo contenido de hierro total (hasta 0,3 % en peso) y alta relación CoO/Se (igual a o mayor de 5), que de acuerdo con las enseñanzas de la invención se prefiere para producir sustratos de vidrio para el uso con revestimientos verdes o amarillos reflectantes de IR o de baja e para producir productos de vidrio reflectantes de IR revestidos con un color gris azulado neutral. Más en particular, las composiciones de vidrio de la presente invención contienen pequeñas cantidades de hierro total, por ejemplo hasta 0,3 por ciento en peso, que es menos que el hierro total encontrado en la composición de sustratos coloreados o tintados usados actualmente en las unidades IG. Como se ha analizado antes, el hierro total se añade para teñir o colorear los sustratos y para absorber energía solar. En la práctica de la invención, la pérdida de propiedades solares, por ejemplo la reducción en el porcentaje de absorción de IR del sustrato o lámina de vidrio, debido a la reducción de hierro total se compensa por revestimiento de los sustratos de vidrio de la invención con un revestimiento reflectante de IR o de baja e. El intervalo IR de interés es de 0,8-40 micras del espectro electromagnético.
- 10
- 15 El análisis se dirige ahora a realizaciones no limitadas del artículo revestido de la invención que incluyen el sustrato de vidrio que tiene las composiciones y propiedades analizadas antes; un revestimiento reflectante de IR y de baja emisividad aplicado a una superficie principal del sustrato de vidrio para proporcionar un artículo revestido que tiene un color predeterminado con a\* que varía de -7 a 2, preferentemente -6 a 0,5, más preferentemente -5,5 a 0 y b\* que varía de 3 a -13, preferentemente de 2 a -9, más preferentemente de 1 a -7; una transmitancia de luz visible ("Tvis") que varía de 36 a 75 %, preferentemente de 36 a 71 %, y más preferentemente de 41 a 67 %; y una emisividad hemisférica de revestimiento no superior a 0,25, preferentemente no superior a 0,10, más preferentemente no superior a 0,05. La emisividad hemisférica (representada por el término "e<sub>n</sub>" y también en este documento representada por el término "eh") se refiere a la propiedad de energía infrarroja térmica reflectante y es un parámetro de rendimiento en la medición del coeficiente de ganancia térmica solar ("SHGC") para unidades IG (analizado en más detalle a continuación). La emisividad hemisférica se calcula desde la reflectancia de IR medida sobre el intervalo de longitud de onda desde 5 a 40 micras usando un espectrofotómetro Mattson Galaxy FTIR 5030 y la metodología de ASTM E1585-93, "Standard Method for Measuring and Calculating Emittance of Architectural Flat Glass Products Using Spectrometric Measurements".
- 20
- 25
- 30 Los revestimientos de baja emisividad y reflexión de IR (denominados además en este documento como "revestimientos de baja e") que pueden usarse en la práctica de la invención incluyen, pero no se limitan a revestimientos con bombardeo atómico en vacío que tienen una o más películas reflectantes infrarrojas, y revestimientos pirolíticos de baja e. En general, un revestimiento de baja e de bombardeo atómico incluye, pero no se limita a un metal o una película de aleación de metal seleccionada de entre oro, platino, cobre, plata, así como aleaciones y mezclas de estos metales, y películas dieléctricas seleccionadas desde un óxido de un metal, aleación de metal o una cerámica, por ejemplo sin limitarse a estannato de cinc, óxido de cinc y óxido de cinc dopado con aluminio. Como se aprecia por el experto en la materia, las películas dieléctricas reducen la reflectancia de la luz visible de la película metálica para incrementar la Tvis del revestimiento con una reducción mínima en la reflectancia
- 35

de IR de la película metálica. Los revestimientos pirolíticos de baja e, en general, incluyen una película de óxido metálico reflectante de IR, por ejemplo pero sin limitarse a estaño o película de óxido de indio, y una película de supresión de color, por ejemplo pero sin limitarse a SiO<sub>2</sub> o una película graduada de SiO<sub>2</sub> y una película SnO<sub>2</sub> depositada pirolíticamente en un sustrato de vidrio o cinta de vidrio. Los ejemplos de revestimientos de baja e que pueden usarse en la práctica de la invención incluyen, pero no se limitan a, revestimientos de la familia de revestimientos Sungate y Solarban, comercialmente disponibles en PPG Industries, Inc. Sungate y Solarban son marcas registradas de PPG Industries Ohio, Inc.

Como se apreciará por el experto en la materia, al seleccionar películas de diferentes materiales, por ejemplo películas reflectantes de IR de diferentes materiales y diferentes espesores, el color del revestimiento de baja e y posteriormente el color del sustrato puede alterarse para proporcionar un artículo revestido que tiene coordenadas de color diferentes de las coordenadas de color del sustrato y el revestimiento. Un análisis más detallado de este efecto se proporciona en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con n.º de serie 09/434.823 presentada el 5 de noviembre de 1999 en el nombre de George Neuman, solicitud de patente que se incorpora en este documento por referencia.

El revestimiento de deposición al vacío por bombardeo atómico magnético ("MSVD") que puede usarse en la práctica de la invención es un revestimiento Sungate 100 del tipo descrito en la Patente de Estados Unidos n.º 4.610.771, patente que se incorpora en este documento por referencia. En general, el revestimiento Sungate 100 tiene una primera película dieléctrica que tiene un espesor en el intervalo de 120-500 angstroms que cubre una superficie principal del sustrato, una película de plata que tiene un espesor en el intervalo de 80-130 angstroms que cubre la película dieléctrica, una película de titanio que tiene un espesor en el intervalo de 15-40 angstroms que cubre la película de plata, una segunda película dieléctrica que tiene un espesor en el intervalo de 120-500 angstroms que cubre la película de titanio, y una cobertura de óxido de titanio que tiene un espesor de 30-80 angstroms que cubre la segunda película dieléctrica. El revestimiento Sungate 100 en un vidrio claro se identifica en el Programa Window 5.2 (analizado en más detalle a continuación) por la indicación "S100CL-6.PPG". Un sustrato de vidrio de la invención que tiene las propiedades mostradas en la Tabla 5 y que tiene un revestimiento Sungate 100 desde "S100CL-6.PPG" se modeló usando el Programa Window 5.2, y el artículo revestido tenía unas propiedades espectrales mostradas en la Tabla 5. Basándose en la información mostrada en la Tabla 5, un artículo de la invención con un revestimiento Sungate 100 depositado sobre una superficie principal de un sustrato de vidrio coloreado de la invención se espera que tenga una Tvis en el intervalo de 45 a 71 %; coordenadas de color de a\* en el intervalo de -3,5 a 0,5 y b\* en el intervalo de 0 a -8, y un revestimiento eh no superior a 0,25.

Otro revestimiento MSVD que puede usarse en la práctica de la invención es un revestimiento Solarban 60 del tipo descrito en la Solicitud de Patente de Estados Unidos n.º de serie 10/912.718, patente que se incorpora en este documento por referencia. En general, el revestimiento Solarban 60 incluye una primera capa dieléctrica que tiene un espesor total de al menos 290 angstroms que cubre una superficie principal del sustrato; una primera capa metálica reflectante infrarroja que tiene un espesor que varía de 100 a 130 angstroms que cubre la primera capa dieléctrica; una primera capa de imprimación que tiene un espesor que varía de 0,5 a 60 angstroms que cubre la primera capa metálica reflectante infrarroja; una segunda capa dieléctrica que cubre la primera capa de imprimación que tiene un espesor total que varía de 680 a 870 angstroms; una segunda capa metálica reflectante infrarroja que tiene un espesor que varía de 115 a 150 angstroms que cubre la segunda capa dieléctrica; una segunda capa de imprimación que tiene un espesor que varía de 0,5 a 60 angstroms que cubre la segunda capa metálica reflectante infrarroja; y una tercera capa dieléctrica que tiene un espesor total que varía de 190 a 380 angstroms que cubre la segunda capa de imprimación, y una cobertura protectora que cubre la tercera capa dieléctrica. El revestimiento Solarban 60 en un vidrio claro se identifica en el Programa Window 5.2 (analizado en detalle a continuación) por la indicación "SB60clear-6.PPG". Un sustrato de vidrio de la invención que tiene las propiedades mostradas en la Tabla 5 y con un revestimiento Solarban 60 desde "SB60clear-6.PPG" se modeló usando el Programa Window 5.2, y el artículo revestido tenía propiedades espectrales mostradas en la Tabla 5. Basándose en la información mostrada en la Tabla 5, un artículo de la invención con el revestimiento Solarban 60 depositado sobre una superficie principal de un sustrato de vidrio coloreado de la invención se espera que tenga una Tvis en el intervalo de 43 a 69 %, a\* en el intervalo de -4,5 a 0 y b\* en el intervalo de 0 a -8, y un revestimiento eh igual a o menor de 0,10.

Todavía otro revestimiento MSVD que puede usarse en la práctica de la invención es un revestimiento Solarban 70XL del tipo descrito en la Solicitud de Patente de Estados Unidos n.º de serie 10/428481, solicitud que se incorpora en este documento por referencia. En general, el revestimiento Solarban 70XL incluye una primera capa de separación de una o más películas de óxido metálico que tienen un espesor en el intervalo de 50 a 1000 angstroms que cubre una superficie principal del sustrato; una primera capa reflectante infrarroja, por ejemplo una primera película de plata, que tiene un espesor en el intervalo de 100 a 200 angstroms que cubre la primera capa de separación; una primera película de metal de titanio que cubre la primera capa reflectante infrarroja; una segunda capa de separación de una o más películas de óxido metálico que tiene un espesor en el intervalo de 50 a 1000 angstroms que cubre la primera película metálica de titanio; una segunda capa reflectante infrarroja, por ejemplo una segunda película de plata que tiene un espesor en el intervalo de 100 a 200 angstroms que cubre la segunda capa de separación; una segunda película metálica de titanio que cubre la segunda capa reflectante infrarroja; una tercera capa de separación de una o más capas de óxido metálico que tiene un espesor en el intervalo de 50 a 1000 angstroms que cubre la segunda película metálica de titanio; una tercera capa reflectante infrarroja, por ejemplo una

tercera película de plata que tiene un espesor en el intervalo de 100 a 200 angstroms que cubre la tercera capa de separación; una tercera película metálica de titanio que cubre la tercera capa reflectante infrarroja; una cuarta capa de separación de una o más películas de óxido metálico que tiene un espesor en el intervalo de 50 a 1000 angstroms que cubre la tercera película metálica de titanio y una película protectora de óxido de titanio que cubre la cuarta capa de separación. El revestimiento Solarban 70 XL en vidrio claro se identifica en el Programa Window 5.2 (analizado en más detalle a continuación) por la indicación "SB70XL clear-5.PPG". Un sustrato de vidrio de la invención que tiene las propiedades mostradas en la Tabla 5 y con un revestimiento Solarban 70XL desde "SB70XL clear-5.PPG" se modeló usando el Programa Window 5.2 y el artículo revestido tenía propiedades espectrales mostradas en la Tabla 5. Basándose en la información mostrada en la Tabla 5, un artículo de la invención con el revestimiento Solarban 70XL depositado sobre una superficie principal de un sustrato de vidrio coloreado de la invención se espera que tenga una Tvis en el intervalo de 36 a 63 %, a\* en el intervalo de -6 a -2 y b\* en el intervalo de 2 a -6, y un revestimiento eh no mayor de 0,05.

Como puede apreciarse, las propiedades espectrales del vidrio revestido de la invención mostrado en la Tabla 5 no limitan la invención y se proporcionan solo por ilustración. Las propiedades espectrales de Tvis, a\* y b\* y eh se calculan usando "Window 5.2" (versión 5.2.03) y "Optics 5" (versión 5.1, m.p.2), programas informáticos de Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL; Berkeley, CA). El programa informático Window 5.2 usa archivo de datos espectrales medidos, incluyendo archivos revisados por pares enviados por el fabricante y aprobados por el National Fenestration Rating Council (NFRC, Silver Spring, MD; publicación 14.6). El vidrio de la invención se vende identificado por la marca registrada Optiblue.

**Tabla 5-Propiedades de vidrio de la invención con y sin un revestimiento y a un espesor de 5,66 mm (0,223") calculado por el programa informático Window 5.2**

	Tvis (%)	a*	b*	eh del revestimiento
Vidrio sin revestir	64,0	-1,15	-6,50	-
Revestimiento PPG Sungate 100 en el vidrio	58,9	-1,61	-4,57	0,096
Revestimiento PPG Solarban 60 en el vidrio	57,0	-2,34	-4,60	0,035
Revestimiento PPG Solarban 70XL en el vidrio	50,5	-4,07	-2,23	0,018

El análisis se dirige ahora a las realizaciones de la invención en referencia a una unidad aislante que tiene la lámina o sustrato revestido de la invención. En una realización no limitante de la invención, la unidad aislante incluye una lámina de vidrio revestido de la invención separada de una lámina de vidrio claro mediante un espacio de aire. Otras realizaciones no limitantes de la invención incluyen una unidad IG que tiene el vidrio revestido de la invención y dos o más láminas de vidrio claro. La invención no se limita a la construcción de la unidad IG y en una realización no limitante de la invención el lado del armazón separador cerrado se sujeta al vidrio claro mediante una capa de humedad y un sellante-adhesivo impermeable al gas y el lado opuesto del armazón separador se sujeta a la superficie revestida de la lámina revestida mediante otra capa del sellante-adhesivo. Para un análisis más detallado de unidades IG que tienen dos o más láminas de vidrio y la construcción de unidades IG, se puede hacer referencia a la Patentes de Estados Unidos con n.º 5.601.677 y 6.223.414, patentes que se incorporan por referencia en este documento.

En la práctica de la invención, una unidad IG tiene un artículo revestido de la invención separado de una lámina de vidrio claro. El artículo revestido de la invención incluye un sustrato de vidrio que tiene un espesor de 5,66 mm (0,223 pulgadas) y un revestimiento de baja e como se analizó antes. El artículo revestido, la lámina exterior de la unidad IG con el revestimiento en su superficie interior, se separa 12,7 mm (0,50 pulgadas) de la lámina interior de vidrio claro mediante un espacio de aire seco. La lámina de vidrio claro tiene un espesor de 5,66 mm (0,223"), una Tvis en el intervalo de 87,5 a 89,0 %, a\* en el intervalo de -2,3 a -1,3 y b\* en el intervalo de 0,4 a -0,2.

Una unidad IG de la invención tiene una Tvis en el intervalo de 21 a 68 %, preferentemente de 31 a 64 %, y más preferentemente de 36 a 60 %; a\* en el intervalo de -8 a 1 y b\* en el intervalo de 3 a -13, y un coeficiente de ganancia térmica solar ("SHGC") de igual o menos que 0,50, preferentemente igual o menos que 0,40, más preferentemente igual o menos que 0,33 y más preferentemente igual o menos que 0,31.

Usando los programas informáticos antes analizados, las mediciones de las propiedades espectrales de una unidad IG usando el vidrio revestido de la Tabla 5 se realizaron y se enumeran en la Tabla 6. Las condiciones medioambientales en el programa se establecieron en NFRC 100-2001. Las propiedades espectrales de la unidad IG de la invención se enumeran en la Tabla 6 a continuación.

Tabla 6

Propiedades Espectrales de unidades IG de la Invención.				
	Tvis (%)	a*	b*	SHGC
Una unidad IG que tiene PPG Sungate 100	52,4	-2,98	-4,38	0,434
Una unidad IG que tiene PPG Solarban 60	50,7	-3,70	-4,27	0,314
Una unidad IG que tiene PPG Solarban 70XL	45,0	-5,25	-2,09	0,227

5 El rendimiento esperado siguiente de la unidad IG de la invención se realizó usando los programas informáticos y las condiciones antes analizadas para generar la Tabla 6. El rendimiento espectral esperado de la unidad IG se determinó usando los límites de intervalo exteriores en el vidrio revestido.

10 Un vidrio revestido Sungate 100 de la invención con una Tvis en el intervalo de 45 a 71 %; coordenadas de color de a\* en el intervalo de -3,5 a 0,5 y b\* en el intervalo de 0 a -8, y un revestimiento eh no superior a 0,25 usado como el vidrio revestido de una unidad IG se espera que proporcione una unidad IG de la invención con una Tvis de 36 a 64 %, coordenadas de color de a\* en el intervalo de -5 a -1 y b\* en el intervalo de 0 a -8, y un SHGC no superior a 0,47.

15 Un artículo revestido Solarban 60 de la invención con una Tvis en el intervalo de 43 a 69 %; coordenadas de color de a\* en el intervalo de -4,5 a 0 y b\* en el intervalo de 0 a -8, y un revestimiento eh no superior a 0,10 usado como el vidrio revestido de una unidad IG se espera que proporcione a la unidad IG de la invención una Tvis de 36 a 63 %, coordenadas de color de a\* en el intervalo de -6 a -1 y b\* en el intervalo de 0 a -8 y un SHGC no superior a 0,35.

20 Un artículo revestido Solarban 70XL de la invención con Tvis en el intervalo de 36 a 63 %, coordenadas de color de a\* en el intervalo de -6 a -2 y b\* en el intervalo de 2 a -6, y un revestimiento eh no superior a 0,05 usado como el vidrio revestido de una unidad IG se espera que proporcione una unidad IG de la invención con una Tvis de 31 a 57 %, coordenadas de color de a\* en el intervalo de -7 a -3 y b\* en el intervalo de 2 a -6, y un SHGC no superior a 0,31.

25 Se apreciará fácilmente por los expertos en la materia que unas modificaciones pueden realizarse en la invención sin apartarse de las realizaciones de la invención descritas en la anterior descripción de la invención. Tales modificaciones se consideran como incluidas dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, sin limitarse a ello, el vidrio puede ser templado, recocido o vidrio reforzado por calor. La invención puede practicarse en sustratos de plástico. La superficie sin revestir del artículo revestido y la superficie exterior de las láminas de vidrio claro de la unidad IG pueden revestirse con revestimiento repelente al agua vendido con las marcas registradas Aquapel o Sunclean. Además, la invención contempla realizar un laminado que tenga el sustrato revestido de la invención sujeto a otra lámina de plástico o vidrio mediante un material entre capas. Ya que las láminas de laminación, en particular láminas de vidrio, son bien conocidas en la técnica, un análisis adicional no se considera necesario.

35 Por consiguiente, las realizaciones particulares descritas en detalle anteriormente son solo ilustrativas y no limitan el alcance de la invención, al que se le debe dar toda la amplitud de las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

5 1. Un sustrato de vidrio que comprende una composición de vidrio que comprende una porción de vidrio de base y una porción de colorante de vidrio, en el que la porción de vidrio de base es una porción de base de sosa-cal-sílice, que comprende:

SiO <sub>2</sub>	de 65 a 75 por ciento en peso,
Na <sub>2</sub> O	de 10 a 20 por ciento en peso,
CaO	de 5 a 15 por ciento en peso,
MgO	de 0 a 5 por ciento en peso,
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	de 0 a 5 por ciento en peso,
K <sub>2</sub> O	de 0 a 5 por ciento en peso, y
BaO	de 0 a 1 por ciento en peso

y la porción de colorante de vidrio consiste en:

10 - hierro total, expresado como Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, en el intervalo de 0,04 a 0,28 por ciento en peso;  
 - CoO en el intervalo de 32 a 90 partes por millón;  
 - Se en el intervalo de 1 a 5,5 partes por millón;

15 y opcionalmente al menos un colorante adicional seleccionado de entre Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO, TiO<sub>2</sub> y Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, en donde la relación de CoO con Se, expresada en partes por millón, es igual o mayor de 6,

en el que los porcentajes en peso y las partes por millón se basan en la composición de vidrio final.

20 2. El sustrato de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la composición de vidrio proporciona un vidrio con unas coordenadas de cromaticidad de a\* en el intervalo de -3,5 a +2,5 y b\* en el intervalo de -1 a -15, y transmitancia de luz visible en el intervalo del 40 al 80 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas).

25 3. El sustrato de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sustrato de vidrio cortado desde una cinta de vidrio se realiza mediante un proceso de vidrio de flotador continuo.

4. El sustrato de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la composición de vidrio tiene una relación redox en el intervalo de 0,05 a 0,40.

30 5. El sustrato de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:

- el hierro total está en el intervalo de 0,08 a 0,26, preferentemente de 0,15 a 0,25 por ciento en peso;  
 - el CoO está en el intervalo de 35 a 60, preferentemente de 37 a 50 partes por millón; y  
 - el Se está en el intervalo de 2 a 5, preferentemente de 3 a 5 partes por millón, y  
 - además en donde la relación de CoO con Se es al menos 7, preferentemente al menos 8.

35 6. El sustrato de vidrio de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la relación redox está en el intervalo de 0,10 a 0,30, preferentemente de 0,15 a 0,25.

40 7. El sustrato de vidrio de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 5, en donde el sustrato de vidrio tiene coordenadas de cromaticidad a\* en el intervalo de -3 a +1, y coordenadas de cromaticidad b\* en el intervalo de -2 a -10, y una transmitancia de luz visible del 50 al 76 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas).

45 8. El sustrato de vidrio de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el sustrato de vidrio tiene unas coordenadas de cromaticidad a\* en el intervalo de -2,5 a 0, y coordenadas de cromaticidad b\* en el intervalo de -4 a -9, y una transmitancia de luz visible del 55 al 72 % con un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas).

9. El sustrato de vidrio de acuerdo con la reivindicación 8, en el que:

50 - el hierro total está en el intervalo del 0,15 al 0,25 por ciento en peso;  
 - el CoO está en el intervalo de 37 a 50 partes por millón;  
 - el Se está en el intervalo de 3 a 5 partes por millón;  
 - la relación de CoO a Se es al menos 8; y  
 - una relación redox está en el intervalo de 0,15 a 0,25, y opcionalmente,

55 en donde el sustrato de vidrio tiene unas coordenadas de cromaticidad a\* en el intervalo de -1,8 a -0,5 y coordenadas de cromaticidad b\* en el intervalo de -5 a -8, y la transmitancia de luz visible está en el intervalo del 58 al 70 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas).

10. El sustrato de vidrio de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 9, en el que se realizan al menos una de las siguientes alteraciones de colorante:

una porción seleccionada de hierro total se sustituye por una mezcla de 3 a 9 ppm de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  y 0,2 a 0,6 ppm de CoO para cada 100 ppm de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;

una porción seleccionada de CoO se sustituye por 90 a 270 ppm de  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  por cada 1 ppm de CoO;

una porción seleccionada de Se se sustituye por una mezcla de 2000 a 6000 ppm de  $\text{Er}_2\text{O}_3$  y 600 a 1800 ppm de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y una reducción de 3 a 9 ppm de CoO para cada 1 ppm de Se;

una porción seleccionada de Se se sustituye por una mezcla de 800 a 2400 ppm de  $\text{TiO}_2$  y 2 a 6 ppm de CoO y una reducción de 300 a 900 ppm de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  por cada 1 ppm de Se;

una porción seleccionada de Se se sustituye por una mezcla de 17 a 42 ppm de NiO y 0,5 a 1,5 ppm de CoO y una reducción de 350 a 1050 ppm de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  por cada 1 ppm de Se, y

una porción seleccionada de Se se sustituye por 500 a 1500 ppm de  $\text{MnO}_2$  y una reducción de 100 a 300 ppm de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  por cada 1 ppm de Se.

11. Un artículo de vidrio revestido que comprende un sustrato de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1 y un revestimiento de baja emisividad y reflectante de IR sobre una superficie principal del sustrato de vidrio, siendo el revestimiento un revestimiento por bombardeo atómico que incluye una película de aleación metálica o de metal seleccionada de entre oro, platino, cobre, plata, así como aleaciones y mezclas de estos metales, y películas dieléctricas seleccionadas de un óxido de un metal, una aleación metálica o una cerámica y el artículo de vidrio revestido tiene una emisividad hemisférica no superior a 0,25.

12. El artículo de vidrio revestido de acuerdo con la reivindicación 11, en el que, preferentemente, el sustrato de vidrio tiene coordenadas de cromaticidad de  $a^*$  en el intervalo de -3 a +1 y  $b^*$  en el intervalo de -2 a -10 en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas), en donde el artículo revestido tiene coordenadas de cromaticidad de  $a^*$  en el intervalo de -7,0 a +2 y  $b^*$  en el intervalo de 3 a -13, preferentemente de  $a^*$  en el intervalo de -6 a +0,5 y  $b^*$  en el intervalo de -3 a -8, y una transmitancia de luz visible en el intervalo del 26 al 75 %, preferentemente en el intervalo del 36 al 71 %, en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas) y, preferentemente, una emisividad hemisférica no superior a 0,10.

13. El artículo de vidrio revestido de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el artículo revestido tiene coordenadas de cromaticidad de  $a^*$  en el intervalo de -7,0 a +2 y  $b^*$  en el intervalo de 3 a -13, y una transmitancia de luz visible en el intervalo del 26 al 75 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas) y en donde el hierro total está en el intervalo del 0,08 al 0,26 por ciento en peso; el CoO está en el intervalo de 35 a 60 partes por millón, el Se está en el intervalo de 1 a 5 partes por millón, y la relación de CoO a Se, expresada en partes por millón, es al menos 7.

14. El artículo de vidrio revestido de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el revestimiento es un revestimiento reflectante infrarrojo que comprende una película de plata entre un par de películas dieléctricas, y el artículo de vidrio revestido tiene coordenadas de cromaticidad  $a^*$  en el intervalo de -3 a 0,5 y coordenadas de cromaticidad  $b^*$  en el intervalo de 0 a -8, y una transmitancia de luz visible del 45 al 71 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas) y, preferentemente, en el que el sustrato de vidrio tiene unas coordenadas de cromaticidad  $a^*$  en el intervalo de -3 a +1 y coordenadas de cromaticidad  $b^*$  en el intervalo de -2 a -10 en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas).

15. El artículo de vidrio revestido de acuerdo con la reivindicación 13, en donde el artículo de vidrio revestido tiene una emisividad hemisférica no superior a 0,10 y, preferentemente, en el que el revestimiento es un revestimiento reflectante infrarrojo que comprende una primera película de plata sobre una primera película dieléctrica, una segunda película dieléctrica sobre la primera película de plata, una segunda capa de plata sobre la segunda película dieléctrica y una tercera película dieléctrica sobre la segunda película de plata, y el artículo de vidrio revestido tiene unas coordenadas de cromaticidad  $a^*$  en el intervalo de -4,5 a 0 y coordenadas de cromaticidad  $b^*$  en el intervalo de 0 a -8, y una transmitancia de luz visible en el intervalo del 43 al 69 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas) y además preferentemente en donde el sustrato de vidrio tiene coordenadas de cromaticidad  $a^*$  en el intervalo de -3 a +1 y coordenadas de cromaticidad  $b^*$  en el intervalo de -2 a -10 en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas).

16. El artículo de vidrio revestido de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el artículo revestido tiene una emisividad hemisférica no superior que 0,05 y, preferentemente, en el que el revestimiento es un revestimiento reflectante infrarrojo que comprende una primera película de plata sobre una primera película dieléctrica, una segunda película dieléctrica sobre la primera película de plata, una segunda capa de plata sobre la segunda película dieléctrica, una tercera película dieléctrica sobre la segunda película de plata, una tercera película de plata sobre la tercera película dieléctrica y una cuarta película dieléctrica sobre la tercera película de plata, y el artículo de vidrio revestido tiene unas coordenadas de cromaticidad  $a^*$  en el intervalo de -6 a -2 y coordenadas de cromaticidad  $b^*$  en el intervalo de 2 a -6, y una transmitancia de luz visible en el intervalo del 36 al 63 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas), y además preferentemente en donde el sustrato de vidrio tiene unas coordenadas de

## ES 2 666 646 T3

cromaticidad  $a^*$  en el intervalo de -3 a +1 y coordenadas de cromaticidad  $b^*$  en el intervalo de -2 a -10 en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas).

5 17. El artículo de vidrio revestido de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el sustrato de vidrio es una primera lámina de vidrio que comprende además una segunda lámina de vidrio laminada a la primera lámina con el revestimiento entre la primera y la segunda láminas de vidrio.

10 18. Una unidad aislante del tipo que tiene una lámina de vidrio revestido separada de una lámina de vidrio claro a una distancia de 6,35 a 19,05 mm (0,25 a 0,75 pulgadas), con el espacio entre bordes de las láminas de vidrio sellado y lleno con un gas, y la lámina de vidrio revestido es una lámina exterior y se reviste en su superficie interior, en donde:

15 la lámina de vidrio revestido comprende un sustrato de vidrio que comprende una porción de vidrio de base y una porción de colorante de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1;  
la lámina de vidrio revestido tiene coordenadas de cromaticidad de  $a^*$  en el intervalo de -7 a +2,0 y  $b^*$  en el intervalo de -3 a -13, y una transmitancia de luz visible en el intervalo del 26 al 75 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas), y una emisividad hemisférica no superior a 0,25;  
20 la lámina de vidrio claro tiene coordenadas de cromaticidad de  $a^*$  en el intervalo de -2,3 a -1,3 y  $b^*$  en el intervalo de -2 a 0,4, y una transmitancia de luz visible del 87,5 al 89,0 % en un espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas); y la unidad aislante tiene transmitancia de luz visible en el intervalo del 26 al 67 % y un coeficiente de ganancia térmica solar no superior a 0,50 en una lámina de vidrio revestido y una lámina de vidrio claro con espesor de referencia de 5,66 mm (0,223 pulgadas).