

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 539**

51 Int. Cl.:

C03C 3/095 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.10.2007 PCT/US2007/021943**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2008 WO08048525**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2007 E 07839539 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 2084114**

54 Título: **Composición de vidrio transparente con óxido de erbio**

30 Prioridad:

17.10.2006 US 581779

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

31.01.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**THOMSEN, SCOTT V.;
HULME, RICHARD y
LANDA, LEONID M.**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 739 539 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

Composición de vidrio transparente con óxido de erbio

5 Algunas realizaciones ilustrativas de esta invención se refieren a una composición de vidrio transparente. En determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención se proporciona un vidrio que tiene una alta transmitancia de luz en el intervalo visible y/o un color bastante neutro. En determinadas realizaciones ilustrativas, el vidrio incluye una baja cantidad de hierro combinado con erbio, diseñado para proporcionar un color neutro y una alta transmitancia. En determinadas realizaciones ilustrativas se aumenta la cantidad de SO_3 en la composición de
10 vidrio para proporcionar una mayor transmisión visible, sin sacrificar el color neutro. Por lo tanto, tales composiciones de vidrio son útiles, por ejemplo, en ventanas arquitectónicas, aplicaciones de vidrio decorado, unidades de ventanas de vidrio aislante, mamparas de ducha, vidrio para muebles o similares.

Antecedentes de la invención

15 A veces es deseable vidrio que posea un color bastante transparente y una alta capacidad de transmisión de la luz visible (p. ej., al menos un 75 % de transmisión o, aún más preferiblemente, al menos un 80 % de transmisión). Una forma de lograr este vidrio es utilizar materiales de vidrio de base muy puros (p. ej., prácticamente exentos de colorantes tales como el hierro). Sin embargo, los materiales de base con un alto grado de pureza son caros y, por lo tanto, no siempre resultan deseables y/o convenientes. En otras palabras, por
20 ejemplo, la eliminación del hierro de las materias primas del vidrio tiene ciertos límites prácticos y/o económicos.

Como puede apreciarse de lo anterior, las materias primas del vidrio (p. ej., sílice, ceniza de sosa, dolomita y/o caliza) incluyen, de forma típica, ciertas impurezas, como el hierro. La cantidad total de hierro presente se expresa
25 en la presente memoria como Fe_2O_3 , según la práctica estándar. Sin embargo, de forma típica, no todo el hierro está en forma de Fe_2O_3 . En lugar de ello, el hierro suele estar presente tanto en estado ferroso (Fe^{2+} ; expresado aquí como FeO , aunque puede que no todo el hierro en estado ferroso en el vidrio esté en forma de FeO) como en estado férrico (Fe^{3+}). El hierro en estado ferroso (Fe^{2+} ; FeO) es un colorante azul verdoso, mientras que el hierro en estado férrico (Fe^{3+}) es un colorante amarillo verdoso. El colorante azul verdoso del hierro ferroso (Fe^{2+} ; FeO) es especialmente problemático cuando se busca lograr un vidrio de color bastante transparente o neutro, ya que es un
30 colorante potente que añade un color significativo al vidrio. Si bien el hierro en estado férrico (Fe^{3+}) también es un colorante, es menos problemático cuando se busca obtener un vidrio de color bastante transparente, ya que el hierro en estado férrico tiende a ser más débil como colorante que su equivalente en estado ferroso.

35 En vista de lo anterior, es evidente que existe la necesidad en la técnica de una nueva composición de vidrio que permita que un vidrio tenga un color bastante transparente y/o una alta transmisión visible, sin tener que recurrir a materias primas de vidrio extremadamente puras (es decir, libres de hierro).

Un vidrio transparente conocido se muestra en la columna número uno ("valor de referencia") de la Fig. 1. Este vidrio de referencia no incluye erbio y tiene una transmisión visible del 89,94 % con un grosor de 6 mm. Sin embargo, sería deseable que pudiera mejorarse la neutralidad del color y/o la transmisión visible del vidrio de referencia de la Fig. 1. Dicho de otro modo, sería deseable que el color del vidrio de referencia de la Fig. 1 fuera más neutro (es decir, a^* y/o b^* más cercanos a cero), y/o que la transmisión visible del vidrio de referencia de la Fig. 1 pudiera ser mayor.

45 El documento WO 2005/082799 A2 describe un vidrio con alta transmisión visible y/o un color bastante transparente o neutro. El vidrio puede incluir un vidrio de base (p. ej., un vidrio de base silico-sodo-cálcico) y, además, en porcentaje en peso: hierro total (expresado como Fe_2O_3): 0,01 a 0,30 %; óxido de erbio (p. ej., Er_2O_3): 0,01 a 0,30 %.

De modo similar, el documento US-2005/0188725 A1 describe un vidrio que tiene una alta transmisión visible y/o un color bastante transparente o neutro. El vidrio puede incluir un vidrio de base [p. ej., un vidrio de base silico-sodo-cálcico y, además, en porcentaje en peso, de 0,01 a 0,30 % de hierro total (expresado como Fe_2O_3)], mientras que sugiere un redox de la carga de al menos +7,5 en la fabricación del vidrio.

55 El documento WO 03/064342 A1 describe otra composición de vidrio transparente que tiene una alta transmisión visible y/o un color bastante transparente o neutro. La carga de vidrio puede incluir un vidrio de base (p. ej., un vidrio de base silico-sodo-cálcico) y, además, en porcentaje en peso: hierro total (expresado como Fe_2O_3): 0,01 a 0,30 %; óxido de erbio (p. ej., Er_2O_3): 0,01 a 0,30 %; óxido de cerio (p. ej., CeO_2): 0,005 a 0,30 %. Opcionalmente, en determinadas realizaciones ilustrativas del mismo, el vidrio puede también incluir óxido de neodimio (p. ej., Nd_2O_3). En otras realizaciones, el óxido de cerio puede sustituirse por, o complementarse con, NaNO_3 u otro(s) nitrato(s) como oxidante.

60 Sin embargo, los ejemplos que se exponen en los documentos mencionados anteriormente no contienen una cantidad significativa de SO_3 .

65 El documento WO 2008/045271 A1 describe un vidrio diseñado para tener una alta transmisión visible y/o un color bastante transparente o neutro. En determinadas realizaciones ilustrativas del mismo, el vidrio transparente incluye una baja cantidad de hierro combinado con óxido de cinc y/o óxido de erbio en cantidades específicas para proporcionar un

color neutro. Mientras que el óxido de erbio se utiliza para proporcionar un color neutro, el óxido de cinc se une al azufre con el sulfuro de cinc de color blanquecino, reduciendo así la cantidad de azufre que se une o enlaza con el hierro en el vidrio para formar sulfuros de hierro de color marrón. Por lo tanto, el uso del óxido de cinc ayuda a que el vidrio tenga un color más neutro. En determinadas realizaciones ilustrativas, el uso del óxido de erbio lleva el valor a^* del color del vidrio resultante más cerca de cero, mientras que el uso del óxido de cinc lleva al valor b^* del vidrio resultante más cerca de cero.

En vista de lo anterior, resultará evidente que existe la necesidad en la técnica de una composición de vidrio transparente capaz de combinar una alta transmisión visible (p. ej., de al menos aproximadamente un 90 %, más preferiblemente de al menos aproximadamente 90,4 %, aún con mayor preferencia de al menos aproximadamente 90,5 %, y posiblemente de al menos aproximadamente 90,6 %) con valores de color neutros a^* y b^* para proporcionar un color transparente a los observadores y similares, si se desea.

La presente invención proporciona una solución según el objeto de la reivindicación independiente.

Resumen de realizaciones ilustrativas de la invención

En determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención, se proporciona una composición de vidrio transparente capaz de combinar (a) una alta transmisión visible (T_{vis}) (p. ej., de al menos aproximadamente 90 %, más preferiblemente de al menos aproximadamente 90,4 %, aún más preferiblemente de al menos aproximadamente 90,5 %, y, a ser posible, de al menos aproximadamente 90,6 %), y (b) valores de color neutros a^* y b^* para proporcionar un color transparente a los observadores y similares. Dichos valores de transmisión pueden lograrse, por ejemplo, con un espesor de vidrio de referencia no limitante de aproximadamente 6 mm. En determinadas realizaciones ilustrativas, el vidrio puede tener un valor de color a^* transmisivo de -0,80 a +0,8, más preferiblemente de aproximadamente -0,50 a +0,40, aún más preferiblemente de aproximadamente -0,40 a +0,30, y en ocasiones de aproximadamente -0,35 a +0,05. En determinadas realizaciones ilustrativas, el vidrio puede tener también un valor de color b^* transmisivo de -0,80 a +0,90, más preferiblemente de aproximadamente -0,50 a +0,70, aún más preferiblemente de aproximadamente -0,30 a +0,60, y a veces de aproximadamente 0 a +0,55. Estos valores de color a^* y b^* neutros proporcionan un vidrio bastante transparente que prácticamente no tiene coloración en determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención.

En determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención, el vidrio transparente incluye una baja cantidad de hierro combinado con óxido de erbio en cantidades concebidas para proporcionar un color neutro y una alta transmisión visible. Se ha descubierto que el óxido de erbio se utiliza para proporcionar un color neutro, ya que lleva el valor a^* del color del vidrio resultante más cerca de cero. Por ejemplo, estos vidrios son útiles en ventanas arquitectónicas, aplicaciones de vidrio con patrones, unidades de ventanas de vidrio aislante, mamparas de ducha, vidrio para muebles o similares.

En determinadas realizaciones ilustrativas, se aumenta la cantidad de SO_3 en la composición de vidrio para proporcionar una mayor transmisión visible. Puede proporcionarse SO_3 en el vidrio añadiendo torta de sal ($NaSO_4$) a la carga de vidrio, lo cual, en última instancia, da lugar a SO_3 en el vidrio final. De forma sorprendente, se ha descubierto que una mayor cantidad de SO_3 en un vidrio de alta transmisión que incluye bajas cantidades de hierro y óxido de erbio provoca un aumento de la transmisión visible sin sacrificar el color neutro. En determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención, el vidrio incluye de 0,25 a 0,40 % de SO_3 , más preferiblemente de aproximadamente 0,26 a 0,36 % de SO_3 y, con máxima preferencia, de aproximadamente 0,27 a 0,33 % de SO_3 .

En determinadas realizaciones ilustrativas de la presente invención, se proporciona un vidrio que comprende:

Ingrediente	% en peso
SiO_2	67-75 %
Na_2O	10-20 %
CaO	5-15 %
hierro total (expresado como Fe_2O_3)	0,02 a 0,10 %
óxido de erbio	0,02 a 0,15 %
SO_3	0,25 a 0,40 %
óxido de cerio	0 a 0,08 %

en donde el vidrio tiene una transmisión visible de al menos un 90 %, un valor de color a^* transmisivo de -0,8 a +0,8, y un valor de color b^* transmisivo de -0,8 a +0,9.

En otros determinados ejemplos de la presente invención se proporciona un vidrio que comprende:

Ingrediente	% en peso
hierro total (expresado como Fe_2O_3)	$\geq 0,02$ %
óxido de erbio	$\geq 0,02$ %
SO_3	0,25 a 0,40 %
óxido de cerio	0 a 0,08 %

en donde el vidrio tiene una transmisión visible de al menos un 90 %, un valor de color a^* transmisor de -0,8 a +0,8, y un valor de color b^* transmisor de -0,8 a +0,9.

5 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es una tabla que compara composiciones de cargas de vidrio y las características de los vidrios resultantes de los mismos de los Ejemplos 2-5 de la presente invención, comparado con un vidrio conocido de referencia (Ejemplo 1).

10 **Descripción detallada de determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención**

Los vidrios según diferentes realizaciones de esta invención pueden utilizarse, por ejemplo, en ventanas arquitectónicas, aplicaciones de vidrio con patrones, unidades de ventanas de vidrio aislante, mamparas de ducha, vidrio para muebles o similares.

15 Determinados vidrios de acuerdo con algunos ejemplos de esta invención utilizan vidrio plano silico-sodo-cálcico como composición/vidrio de base. Además de la composición/vidrio de base, se proporciona una parte colorante para lograr un vidrio de color transparente y/o que tiene una alta transmisión visible. Un vidrio de base silico-sodo-cálcico ilustrativo según determinados ejemplos de esta invención incluye los siguientes ingredientes básicos, con respecto al porcentaje en peso:

20 Tabla 1: Vidrio de base ilustrativo

Ingrediente	% en peso
SiO ₂	67-75 %
Na ₂ O	10-20 %
CaO	5-15 %
MgO	0-8 %
Al ₂ O ₃	0-5 % (o 0-1 %)
K ₂ O	0-5 %
BaO	0-1 %

25 También pueden incluirse en el vidrio de base otros ingredientes, incluidos diversos coadyuvantes del refinado, tales como carbono y similares. En determinadas realizaciones, por ejemplo, el vidrio de la presente memoria, puede fabricarse a partir de materias primas de carga como arena de sílice, ceniza de sosa, dolomita, piedra caliza, con el uso de torta de sal (SO₃) y/o sales de Epsom como agentes de refinado. Preferiblemente, los vidrios de base silico-sodo-cálcicos de la presente descripción incluyen, en peso, de aproximadamente 10-15 % de Na₂O y de aproximadamente 6-12 % de CaO.

30 Además del vidrio de base (p. ej., véase la Tabla 1 anterior), en la fabricación de vidrio según determinadas realizaciones ilustrativas de la presente invención, la carga de vidrio incluye materiales (incluidos colorantes y/o oxidantes o similares) que hacen que el vidrio resultante sea neutro en color y/o tenga una alta transmisión de luz visible. Estos materiales pueden estar presentes en las materias primas (p. ej., pequeñas cantidades de hierro) o pueden añadirse a los materiales de vidrio de base en la carga (p. ej., erbio, torta de sal, y/o similares). En determinadas realizaciones ilustrativas de esta
35 invención, el vidrio resultante tiene una transmisión visible (T_{vis}) de al menos aproximadamente un 90 %, más preferiblemente de al menos aproximadamente 90,4 %, aún más preferiblemente de al menos aproximadamente 90,5 % y posiblemente de al menos aproximadamente 90,6 %; dichos valores de transmisión pueden alcanzarse, por ejemplo, con un espesor de vidrio de referencia no limitativo de aproximadamente 6 mm.

40 En determinados ejemplos de esta invención, además del vidrio de base, la carga de vidrio comprende o consiste esencialmente en los materiales indicados en la Tabla 2 a continuación (en términos de porcentaje en peso de la composición total del vidrio):

45 Tabla 2: Carga de vidrio ilustrativa

Ingrediente	General (% en peso)	Mayor preferencia	Máxima preferencia
hierro total (expresado como Fe ₂ O ₃);	0,02-0,10 %	0,03-0,09 %	0,05-0,065 %
óxido de erbio (p. ej., Er ₂ O ₃):	0,02-0,15 %	0,02-0,08 %	0,03-0,07 %
SO ₃ :	0,25-0,40 %	0,26-0,36 %	0,27-0,33 %
óxido de titanio (p. ej., TiO ₂):	0-2 %	0-1 %	0,01-0,1 %
óxido de cerio (p. ej., CeO ₂):	0-0,08 %	0-0,05 %	0-0,03 %
óxido de cobalto (p. ej., Co ₃ O ₄):	0-0,4 %	0,001-0,1 %	0,001-0,002 %
óxido de neodimio (p. ej., Nd ₂ O ₃):	0-0,4 %	0,001-0,1 %	0,001-0,002 %

La carga se funde y se forma el vidrio utilizando el proceso de flotación conocido. Opcionalmente, en determinados ejemplos de la invención, también pueden añadirse a la carga pequeñas cantidades de otros materiales. En determinados ejemplos, el vidrio puede fabricarse utilizando un redox de carga de aproximadamente +7 a +14, más preferiblemente de aproximadamente +9 a +12. En determinados ejemplos de esta invención, la carga de vidrio está muy oxidada para proporcionar un vidrio de oxidación alta. En la carga pueden utilizarse materiales tales como una o más sal(es) de Epsom, nitrato de sodio, yeso, nitrato de potasio, y/o similares como agentes oxidantes, al tiempo que posiblemente se reduce la cantidad de carbono introducida en la carga, para que el redox de la carga esté en el número deseado para propósitos de oxidación. La naturaleza oxidada del vidrio da lugar a un contenido ferroso reducido en el producto de vidrio final.

La cantidad total de hierro presente en la carga de vidrio y en el vidrio resultante, es decir, en la parte colorante del mismo, se expresa en la presente memoria como Fe_2O_3 según la práctica estándar. Esto, sin embargo, no implica que todo el hierro esté realmente en forma de Fe_2O_3 (véase la explicación anterior a este respecto). De forma similar, la cantidad de hierro en estado ferroso (Fe^{2+}) se indica en la presente memoria como FeO, aun cuando es posible que no todo el hierro en estado ferroso de la carga de vidrio o del vidrio esté en forma de FeO. Tal como se ha mencionado anteriormente, el hierro en estado ferroso (Fe^{2+} ; FeO) es un colorante azul verdoso, mientras que el hierro en estado férrico (Fe^{3+}) es un colorante amarillo verdoso; y el colorante azul verdoso del hierro ferroso es especialmente problemático, ya que es un colorante potente que añade un color significativo al vidrio, que a veces puede no ser deseable cuando se busca conseguir un color neutro o transparente.

La proporción del hierro total en estado ferroso (FeO) se utiliza para determinar el estado redox del vidrio, y el valor redox se expresa como la relación de $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$, que es el porcentaje (%) en peso de hierro en estado ferroso (FeO) dividido por el porcentaje (%) en peso de hierro total (expresado como Fe_2O_3) en el vidrio resultante. En determinados ejemplos de esta invención, el vidrio puede tener un valor redox de vidrio (es decir, $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$) no superior a 0,20, más preferiblemente no superior a 0,15 y, con máxima preferencia, no superior a 0,14 o 0,13. Un redox de vidrio inferior (en oposición al redox de la carga) da lugar a una menor cantidad de hierro ferroso en el vidrio.

Para compensar el color causado por el hierro férrico que resulta de la presencia opcional de uno o más oxidantes en la carga, se ha descubierto que agregar óxido de erbio (p. ej., Er_2O_3 o cualquier otra forma estequiométrica adecuada) en determinados casos ilustrativos hace que el color del vidrio resultante se vuelva más transparente (p. ej., el erbio hace que a^* se acerque al cero neutro). El óxido de erbio actúa como un colorante rosa. En particular, el óxido de erbio actúa aparentemente para compensar físicamente el color del hierro, haciendo con ello que el color del vidrio sea más neutro, algo deseable en determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención, al tiempo que se permite que el vidrio mantenga una alta transmisión visible. En particular, se ha descubierto que el uso de dicho óxido de erbio en el vidrio permite conseguir una alta transmisión y un vidrio de color bastante neutro sin tener que eliminar completamente el hierro del vidrio.

En determinadas realizaciones ilustrativas, se aumenta la cantidad de SO_3 en la composición de vidrio para proporcionar una mayor transmisión visible. Puede proporcionarse SO_3 en el vidrio añadiendo torta de sal (NaSO_4) o similar a la carga de vidrio, lo cual, en última instancia, da lugar a SO_3 en el vidrio final. De forma sorprendente, se ha descubierto que una mayor cantidad de SO_3 en un vidrio de alta transmisión que incluye bajas cantidades de hierro y óxido de erbio provoca un aumento de la transmisión visible sin sacrificar el color neutro. En determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención, el vidrio incluye de 0,25 a 0,40 % de SO_3 , más preferiblemente de aproximadamente 0,26 a 0,36 % de SO_3 y, con máxima preferencia, de aproximadamente 0,27 a 0,33 % de SO_3 . En determinadas realizaciones ilustrativas de la presente invención, es posible que la cantidad de SO_3 en el vidrio aumente como resultado de la oxidación en el proceso por lotes, y que la transmisión aumente como resultado de una menor cantidad de FeO; en determinados casos alternativos es posible oxidar con una combinación de nitrato y sulfato, en cuyo caso el contenido de SO_3 en el vidrio puede ser menor, pero siendo aún aceptable la transmisión.

Según determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención, la presencia opcional de una pequeña cantidad de óxido de cerio (p. ej., CeO_2) como oxidante en la carga de vidrio puede actuar como decolorante químico, ya que durante la fusión de la carga de vidrio hace que el hierro en estado ferroso (Fe^{2+} ; FeO) se oxide al estado férrico (Fe^{3+}). Por tanto, una parte significativa del CeO_2 opcional que puede añadirse a la carga de vidrio original antes de la fusión puede transformarse durante la fusión a Ce_2O_3 , que puede estar presente en el vidrio resultante. La oxidación del hierro antes mencionada tiende a reducir la coloración del vidrio y no disminuye significativamente la transmisión de luz visible del vidrio resultante (en algunos casos, esto puede provocar incluso un aumento de la transmisión visible). Se observa que, al igual que Fe_2O_3 , la frase "óxido de cerio", tal como se usa en la presente memoria, se refiere al óxido de cerio total (es decir, que incluye óxido de cerio en los estados Ce^{4+} y Ce^{3+}). Sin embargo, en términos generales, el uso del caro óxido de cerio no resulta deseable en cantidades significativas debido a su posible coloración amarilla y a su elevado coste. Por lo tanto, las cantidades de óxido de cerio opcional se mantienen muy bajas, o a cero, en determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención.

Se observa que el vidrio según determinados ejemplos de esta invención se fabrica frecuentemente mediante el proceso conocido de flotado, en el que se utiliza un baño de estaño. Los expertos en la técnica apreciarán por tanto que, como resultado de conformar el vidrio sobre estaño fundido en determinados ejemplos, pequeñas cantidades de estaño u óxido de estaño pueden migrar a las áreas de superficie del vidrio en el lado que estaba en contacto con el baño de estaño durante la fabricación (es decir, de forma típica, el vidrio flotado puede tener

una concentración de óxido de estaño del 0,05 % o más (peso) en los primeros micrómetros por debajo de la superficie que estuvo en contacto con el baño de estaño).

5 A la vista de lo anterior, los vidrios según determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención consiguen un color neutro o transparente y/o una alta transmisión visible. En determinados ejemplos, los vidrios resultantes según determinadas realizaciones ilustrativas de esta invención pueden caracterizarse por una o más de las siguientes características ópticas o de color transmisivas cuando se miden con un espesor de aproximadamente 1-6 mm (con máxima preferencia con un espesor de aproximadamente 5,6 o 6 mm (0,219 pulgadas); este es un espesor no limitativo utilizado exclusivamente con fines de referencia) (TL es el % de transmisión visible):

10

Tabla 3: Características de determinados ejemplos

Característica	General	Mayor preferencia	Máxima preferencia
TL (il. C, a 2 grados):	$\geq 90 \%$	$\geq 90,4 \%$	$\geq 90,5$ o $90,6 \%$
% de FeO:	$\leq 0,015 \%$	$\leq 0,010 \%$	$\leq 0,009 \%$ (o $0,008 \%$)
L* (il. D65, a 10 grados):	90-100	95-98	96-97
a* (il. D65, a 10 grados):	-0,8 a +0,8	-0,5 a +0,4	-0,4 a +0,3
b* (il. D65, a 10 grados):	-0,8 a +0,9	-0,5 a +0,7	-0,3 a +0,6

15

Como puede apreciarse en la Tabla 3 anterior, los vidrios de determinadas realizaciones de esta invención consiguen las características deseadas de color transparente y/o alta transmisión visible, sin que sea necesario eliminar el hierro de la composición de vidrio. Esto puede lograrse mediante las combinaciones únicas de materiales descritas en la presente memoria.

20

Ejemplos 1-5

La Fig. 1 ilustra las composiciones para los vidrios de los Ejemplos 1-5. Los Ejemplos 1-5 de la Fig. 1 se proporcionan únicamente a modo de ejemplo y no pretenden ser limitativos. El Ejemplo 1 describe la composición de un vidrio conocido denominado referencia en la Fig. 1. Paralelamente, los Ejemplos 2-5 se encuentran en las cuatro columnas de la derecha de la Fig. 1 y son ejemplos comparativos.

25

Para los Ejemplos 2-5, se prepararon masas fundidas (130 g de vidrio) en crisoles de platino a 1480 grados C durante cuatro horas, y las muestras se vertieron en moldes de grafito redondos, se recoció, cortaron, pulieron y midieron; el análisis químico se realizó mediante espectros de XRF y de vidrio en una máquina Lambda 900. Los resultados experimentales se muestran en la Fig. 1. En la Fig. 1 puede apreciarse que cada uno de los Ejemplos 2-5 logró una combinación de alta transmisión visible y color bastante neutro. Además, puede observarse que el aumento de las cantidades de SO₃ en estos vidrios de alta transmisión, que incluyen bajas cantidades de hierro y óxido de erbio, provocó un aumento de la transmisión visible sin sacrificar el color neutro. En particular, puede apreciarse que los Ejemplos 4 y 5 con las cantidades más altas de SO₃ también tuvieron las transmisiones visibles más altas (en comparación con los Ejemplos 1-3 con menor contenido de SO₃), sin sacrificar el color neutro.

35

En determinados ejemplos de esta invención, el vidrio está prácticamente exento de uno, dos, tres, cuatro, cinco o todos los siguientes elementos: selenio, níquel, arsénico, plomo, cerio y/o antimonio (incluidos óxidos de los mismos). En determinados ejemplos de esta invención, los vidrios incluyen de 0 a 0,01 % en peso de uno, dos, tres, cuatro, cinco o todos estos elementos (incluidos sus óxidos), más preferiblemente no más de 0,0010 % de estos, con la máxima preferencia no más de 0,0007 % de estos, y aún con mayor preferencia, no más de 0,0005 % (o no más de 0,0001 %) de uno, dos, tres, cuatro, cinco o todos estos elementos (incluidos sus óxidos). Además, en determinados ejemplos y opcionalmente, el vidrio puede estar prácticamente exento de MgO; si bien puede introducirse MgO en la carga en forma de sal de Epsom en vez de mediante dolomita en determinados casos ilustrativos.

40

45

Una vez ofrecida la descripción anterior, el experto en la técnica deducirá muchas otras características, modificaciones y mejoras. Dichas características, modificaciones y mejoras se consideran por tanto parte de la presente invención, cuyo alcance debe determinarse mediante las siguientes reivindicaciones:

REIVINDICACIONES

1. Vidrio que comprende:
- | Ingrediente | % en peso |
|---|---------------|
| SiO ₂ | 67-75 % |
| Na ₂ O | 10-20 % |
| CaO | 5-15 % |
| hierro total (expresado como Fe ₂ O ₃) | 0,02 a 0,10 % |
| óxido de erbio | 0,02 a 0,15 % |
| SO ₃ | 0,25 a 0,40 % |
| óxido de cerio | 0 a 0,08 % |
- 5 en donde el vidrio tiene una transmisión visible de al menos un 90 %, un valor de color a* transmisivo de -0,8 a +0,8 y un valor de color b* transmisivo de -0,8 a +0,9, en donde el vidrio comprende de 0,001 a 0,4 % de óxido de cobalto y/o óxido de neodimio.
- 10 2. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio comprende de 0-0,05 % de óxido de cerio, en particular de 0-0,03 % de óxido de cerio.
3. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio comprende un 0 % de óxido de cerio.
- 15 4. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio comprende:
- | | |
|---|---------------|
| hierro total (expresado como Fe ₂ O ₃) | 0,03 a 0,09 % |
| óxido de erbio | 0,02 a 0,08 % |
| SO ₃ | 0,26 a 0,36 % |
| óxido de cerio | 0 a 0,05 % |
5. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio comprende:
- | | |
|---|----------------|
| hierro total (expresado como Fe ₂ O ₃) | 0,05 a 0,065 % |
| óxido de erbio | 0,03 a 0,07 % |
| SO ₃ | 0,27 a 0,33 % |
| óxido de cerio | 0 a 0,03 %. |
- 20 6. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio comprende de 0,26 a 0,36 % de SO₃, en particular de 0,27 a 0,33 % de SO₃.
7. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio comprende una cantidad inferior o igual a 0,015 % de FeO, en particular inferior o igual a 0,010 % de FeO.
- 25 8. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio tiene una transmisión visible de al menos 90,4 %, un valor de color a* transmisivo de -0,5 a +0,4 y un valor de color b* transmisivo de -0,5 a +0,7.
9. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio tiene una transmisión visible de al menos 90,5 %.
- 30 10. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio está prácticamente exento de al menos tres de los siguientes elementos: selenio, níquel, arsénico, plomo, y antimonio.
- 35 11. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio está prácticamente exento de cada uno de estos elementos: selenio, níquel, arsénico, plomo, y antimonio.
12. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio comprende de 0,001 a 0,1 % de óxido de cobalto y/u óxido de neodimio.
- 40 13. El vidrio de la reivindicación 1, en donde el vidrio tiene un valor redox de vidrio (FeO/Fe₂O₃) no superior a 0,15.

[Ejemplos comparativos]

	1 (valor de referencia)	2	3	4	5
Composición, % en peso de óxidos					
SiO ₂	71,87	71,94	72,02	71,89	72,11
Al ₂ O ₃	0,659	0,592	0,621	0,608	0,611
Fe ₂ O ₃	0,060	0,060	0,059	0,059	0,058
CaO	9,19	9,05	9,11	9,12	9,06
MgO	4,17	4,15	4,09	4,21	4,19
Na ₂ O	13,48	13,69	13,45	13,51	13,55
K ₂ O	0,31	0,27	0,24	0,24	0,26
SO ₃	0,224	0,232	0,208	0,273	0,301
TiO ₂	0,066	0,058	0,051	0,049	0,062
Er ₂ O ₃	0	0,050	0,060	0,055	0,055
Propiedades espectrales a 6 mm					
% T _{vis} (il. C)	89,94	90,01	89,92	90,66	90,78
D65 L*	96,02	96,04	96,01	96,26	96,36
D65 a*	-0,89	-0,50	-0,41	-0,32	-0,29
D65 b*	0,28	0,23	0,32	0,34	0,57
%FeO	0,0110	0,0112	0,0108	0,0083	0,0071

FIG. 1