

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 100**

51 Int. Cl.:

**C03C 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2013 PCT/US2013/069599**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.06.2014 WO14085078**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2013 E 13798810 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.06.2021 EP 2925699**

54 Título: **Proceso de tratamiento de superficie para recipientes de vidrio**

30 Prioridad:

**30.11.2012 US 201213690521**

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

**16.12.2021**

73 Titular/es:

**OWENS-BROCKWAY GLASS CONTAINER INC.  
(100.0%)**

**One Michael Owens Way  
Perrysburg, OH 43551, US**

72 Inventor/es:

**SHARMA, PRAMOD, K. y  
CLICK, CAROL, A.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 886 100 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

Proceso de tratamiento de superficie para recipientes de vidrio

5 La presente descripción se relaciona con un proceso para tratar superficies de recipientes de vidrio que utiliza un proceso de intercambio de iones.

Antecedentes y compendio de la descripción

10 Se han desarrollado varios procesos de intercambio de iones para modificar superficies de vidrio. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos 3,844,754 describe un proceso para reforzar un artículo de vidrio al formar una capa sólida de una sal de metal alcalino en una superficie del vidrio y después calentar el artículo de vidrio y la capa sólida a una temperatura elevada para llevar a cabo un intercambio de iones. La sal de metal alcalino debe contener un carbonato de metal alcalino y el artículo de vidrio puede calentarse a una temperatura debidamente elevada al pasar el artículo de vidrio a través de un horno de recocido.

DD121097 A1, US 4206253 A y JP2002220259 A describen otros procesos para reforzar artículos de vidrio.

20 Un objeto general de acuerdo con un aspecto de la descripción es proporcionar un proceso de tratamiento de superficie para reducir el reflejo de luz de un recipiente de vidrio, sin reducir la transmisión de luz a través del recipiente de vidrio (es decir, sin reducir la transparencia del contenedor). Un objeto general, de acuerdo con otro aspecto de la descripción es proporcionar un proceso de tratamiento de superficie para reforzar un recipiente de vidrio. Un objeto general, de acuerdo con otro aspecto de la descripción es proporcionar un proceso de tratamiento de superficie para un recipiente de vidrio, el cual puede utilizarse para preparar el recipiente de vidrio para la aplicación posterior de uno o más revestimientos de extremo frío.

25 La presente descripción representa un número de aspectos que pueden implementarse por separado de o en combinación con otros.

30 De acuerdo con un aspecto de la descripción, se proporciona un proceso de tratamiento de superficie para un recipiente de vidrio que comprende: poner en contacto al menos una porción del recipiente de vidrio con una solución acuosa electrolítica y después calentar el recipiente de vidrio con la solución acuosa electrolítica a una temperatura en 70 grados Celsius y 100 grados Celsius por un tiempo suficiente para intercambiar iones de metales alcalinos en una porción de superficie del recipiente de vidrio con iones de metales alcalinos en una solución electrolítica. La solución acuosa electrolítica comprende sales de al menos un metal alcalino del grupo IA y tiene una fracción de masa salina en el intervalo de 10-50%.

40 De acuerdo con otro aspecto de la descripción, se proporciona un proceso para producir un recipiente de vidrio de cal-sosa-sílice que incluye los pasos de: (a) conformar el recipiente de vidrio; (b) recocer el recipiente de vidrio; (c) sumergir al menos una porción del recipiente de vidrio en una solución acuosa electrolítica que contiene sales de un metal alcalino del grupo IA; y después (d) aplicar revestimiento de extremo frío a una superficie exterior del recipiente de vidrio. La solución acuosa electrolítica tiene una temperatura entre 70 grados Celsius y 100 grados Celsius y una fracción de masa salina en el intervalo de 10-50%. El recipiente de vidrio se sumerge en la solución acuosa electrolítica para intercambiar iones en una porción de superficie del recipiente de vidrio con al menos una porción de los iones de metales alcalinos en la solución electrolítica.

50 De acuerdo con otro aspecto de la descripción, se proporciona un proceso de tratamiento de superficie para un recipiente de vidrio de sílice que comprende iones de metales intercambiables de al menos uno de sodio ( $\text{Na}^+$ ) y calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ). El proceso de tratamiento de superficie hace contacto con al menos una porción del recipiente de vidrio con una solución acuosa electrolítica que comprende iones de metales alcalinos por un tiempo suficiente para intercambiar al menos una porción de los iones de metales intercambiables en el recipiente de vidrio a base de sílice con al menos una porción de los iones de metales alcalinos de grupo IA en la solución acuosa electrolítica. La solución acuosa electrolítica tiene una temperatura entre 70 grados Celsius y 100 grados Celsius y comprende iones de metales alcalinos de grupo IA que tiene radios iónicos más grandes que iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) o calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ).

Breve descripción de los dibujos

60 La descripción, junto con objetos, características, ventajas y aspectos adicionales de los mismos, se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción, las reivindicaciones adjuntas y los dibujos anexos, en los cuales:

La figura 1 es una elevación lateral de un recipiente de vidrio de acuerdo con una realización ejemplar de la presente descripción;

65 La figura 2 es una vista en sección transversal del recipiente de vidrio de la figura 1;

## ES 2 886 100 T3

La figura 3 es una vista en sección transversal ampliada de una porción del recipiente de vidrio, tomada desde el círculo 3 de la figura 2;

5 La figura 4 ilustra gráficos de transmisión de luz (%) como una función de longitud de onda (cm) para un sustrato de vidrio de cal-sosa-sílice no tratado (etiquetado como "Referencia") y un sustrato de vidrio de cal-sosa-sílice que se ha tratado por una realización ejemplar del proceso de intercambio de iones actualmente descrito (etiquetado como "Muestra"); y

10 La figura 5 ilustra gráficos de Weibull de probabilidad de falla acumulativa (%) contra fuerza aplicada (N) por un sustrato de vidrio de cal-sosa-sílice no tratado (etiquetado como "Referencia") y dos sustratos de vidrio sódico-cálcico que se han tratado por realizaciones ejemplares del proceso de intercambio de iones actualmente descrito (etiquetado como "Muestra 1" y "Muestra 2").

15 Descripción detallada de realizaciones preferidas

La figura 1 ilustra una realización ejemplar de un recipiente de vidrio 10 que puede producirse de acuerdo con un proceso de fabricación que se describe actualmente a continuación. El recipiente de vidrio 10 incluye una pared base 12, una pared lateral continua 14 formados integralmente con la pared base 12 y un cuello 16 que se extienden desde la pared lateral 14. Como se muestra en la figura 2, el recipiente de vidrio 10 es hueco y tiene una superficie interior 18 y una superficie exterior 20. Un grosor adecuado para la pared base 12, pared lateral 14 y/o cuello 16 del recipiente de vidrio 12 (medido desde la superficie interior 18 a la superficie exterior 20 o viceversa) está en el intervalo de 1-5 mm.

25 La figura 3 es una vista en sección transversal ampliada de una porción de la pared lateral 14 del recipiente de vidrio 10 e ilustra que una porción de superficie 22 del recipiente de vidrio 10 se ha modificado químicamente mediante un proceso de intercambio de iones, en donde se intercambian o reemplazan iones de metales alcalinos intercambiables en la porción de superficie 22 por iones de metales alcalinos que tienen radios iónicos más grandes o más pequeños. Al modificar de esta manera la porción de superficie 22 del recipiente de vidrio 10, se incrementa la rugosidad de superficie del recipiente de vidrio 10 y se reduce el total de luz reflejada desde el recipiente de vidrio 10. Además, cuando se intercambian o reemplazan los iones de metales alcalinos intercambiables en la porción de superficie 22 por iones de metales alcalinos que tienen radios iónicos más grandes, una capa de tensión de compresión se forma en la porción de superficie 22 del recipiente de vidrio 10, la cual mejora la resistencia total del contenedor.

30 En la realización ejemplar mostrada en la figura 3, la porción de superficie modificada químicamente 22 se extiende desde de la superficie exterior 20 del recipiente de vidrio 10. Pero, en otras realizaciones, la superficie interior 18 del recipiente de vidrio 10, o tanto las superficie interior como exterior 18, 20 del recipiente de vidrio 10 puede modificarse químicamente por el proceso de intercambio de iones descrito actualmente.

40 El recipiente de vidrio se hace de preferencia de un vidrio a base de sílice orgánico, tal como vidrio de cal-sosa-sílice, vidrio de borosilicato o vidrio de aluminosilicato.

45 Una composición de vidrio de cal-sosa-sílice preferido actualmente puede comprender los siguientes materiales en los siguientes intervalos de cantidades en peso:

60-75 % SiO<sub>2</sub>  
7-15 % Na<sub>2</sub>O  
6-12 % CaO  
0.1-3 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
0-2 % MgO  
0-2 % K<sub>2</sub>O

55 la composición de vidrio de borosilicato preferido actualmente puede comprender los siguientes materiales en los siguientes intervalos de cantidades en peso:

70-85 % SiO<sub>2</sub>  
8-15 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
3-5 % Na<sub>2</sub>O  
2-3 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
0-1 % K<sub>2</sub>O.

65 Una composición de aluminosilicato preferida actualmente puede comprender los siguientes materiales en los siguientes intervalos de cantidades en peso:

50-65 % SiO<sub>2</sub>

20-40 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$   
 7-12 %  $\text{MgO}$   
 5-10 %  $\text{CaO}$   
 3-4 %  $\text{B}_2\text{O}_3$   
 0-1 %  $\text{Na}_2\text{O}$

5

10

El recipiente de vidrio también puede incluir otros materiales en cantidades relativamente pequeñas. Por ejemplo, el recipiente de vidrio puede incluir pequeñas cantidades de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , o similares. Tales materiales pueden ser aditivos y/o impurezas en las materias primas utilizada para producir el recipiente de vidrio. Tales materiales pueden estar presentes en el recipiente de vidrio en cantidades traza, por ejemplo, la fracción de masa de otros materiales en el recipiente de vidrio puede ser menor que 0.2%.

15

El recipiente de vidrio puede producirse por cualquier método adecuado. Por ejemplo, el recipiente de vidrio puede producirse en una instalación de fabricación de vidrio operada continuamente, la cual incluye un horno de vidrio que tiene un extremo corriente superior donde se introducen materias primas, y un extremo corriente abajo a partir del cual se distribuye vidrio fundido. Se pueden encontrar ejemplos de condiciones y procedimientos para componer y fundir el vidrio de los contenedores de producción en, por ejemplo, The Handbook of Glass Manufacture de Fay V. Tooley (3ª ed., Ashlee Publishing 1984).

20

25

En una instalación convencional de fabricación de vidrio para contenedores, se canaliza vidrio fundido desde el horno de vidrio a través de uno o más antecrisoles a una pluralidad de máquinas de conformación, que recortan "masas gutiformes" con peso de vidrio fundido. Los trozos de vidrio se cargan en máquinas de conformación conocidas como secciones individuales, donde se moldean según el diseño de contenedor deseado. Posteriormente, los recipientes de vidrio se pasan a través de un horno de recocido donde se recalientan y enfrían lentamente de acuerdo con un perfil de temperatura predeterminado para retirar puntos de tensión y evitar que los recipientes de vidrio se vuelvan quebradizos.

30

35

Las porciones superiores de un proceso de fabricación de vidrio para recipientes (por ejemplo, los procesos de fundición, formación y recocido de vidrio) se denominan normalmente como procesos de "en caliente", mientras que las porciones inferiores (por ejemplo, los procesos de inspección, etiquetado y envío de recipiente para vidrio) se denominan normalmente como procesos "en frío". Convenientemente, un revestimiento de óxido de estaño ( $\text{SnO}_2$ ) o dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) se aplica a recipientes de vidrio recién conformados antes de que pasen a través del horno de recocido, y este revestimiento se denomina comúnmente como un "revestimiento de extremo caliente". Tales revestimiento de extremo caliente se diseñan generalmente para proteger las superficies de los recipientes de vidrio de daño y preparar los recipientes para la aplicación posterior de uno o más "revestimiento de extremo frío", los cuales se aplican normalmente a los recipientes de vidrio después de que salen del horno de recocido. Los revestimiento de extremo frío se diseñan para proteger las superficies de los recipientes de vidrio de daño y para evitar que los recipientes se peguen mientras se transportan en un transportador.

40

45

De acuerdo con realizaciones de la presente descripción, una o más superficies de un recipiente de vidrio recién recocido y conformado se modifican químicamente por un proceso de intercambio de iones antes de que se recubra el recipiente de vidrio con un revestimiento de extremo frío. El proceso de tratamiento de superficie descrito actualmente incrementa la rugosidad de superficie del recipiente de vidrio, y por lo tanto, prepara debidamente el recipiente de vidrio para la aplicación posterior de un revestimiento de extremo frío. En consecuencia, el proceso de tratamiento de superficie descrito actualmente puede realizarse en recipientes de vidrio no recubiertos para preparar los recipientes para la aplicación de uno o más revestimiento de extremo frío. En tal caso, puede que no sea necesaria la aplicación de un revestimiento de extremo caliente de óxido de estaño ( $\text{SnO}_2$ ) o dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ).

50

55

El proceso de tratamiento de superficie descrito actualmente incluye sumergir al menos una porción del recipiente de vidrio en una solución acuosa electrolítica, ya que los iones intercambiables en una porción de superficie del recipiente de vidrio se intercambian con o reemplazan por iones de metales alcalinos en la solución electrolítica.

60

65

Una solución acuosa electrolítica comprende sales de al menos un metal alcalino del grupo IA. Por ejemplo, la solución electrolítica puede comprender cloruros, nitratos, sulfatos y/o carbonatos de litio (Li), sodio (Na) y/o potasio (K). La fracción de masa de sales de metales alcalinos en la solución electrolítica puede ser de aproximadamente 30%. La fracción de masa de sales alcalinas en la solución electrolítica puede oscilar de 10-50%. Los iones de metales intercambiables en la porción de superficie del recipiente de vidrio pueden incluir iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) y/o los iones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Y, durante el proceso de inmersión, algunos de los iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) y/o los iones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) en la porción de superficie del recipiente de vidrio se intercambian o reemplazan por algunos iones de litio ( $\text{Li}^+$ ), sodio ( $\text{Na}^+$ ), y/o potasio ( $\text{K}^+$ ) en la solución electrolítica, de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

El recipiente de vidrio se sumerge en un solución electrolítica debidamente calentada por una cantidad de

tiempo suficiente para formar una porción de superficie intercambiada o tratada con iones que se extiende desde la superficie interna o la superficie externa del recipiente de vidrio a una profundidad de aproximadamente 50 mm. Por ejemplo, el proceso de intercambio de iones puede realizarse, ya que se forma una porción de superficie tratada que se extiende desde la superficie interna o externa del recipiente de vidrio a una profundidad en el intervalo de 1-100  $\mu\text{m}$ . Una solución electrolítica debidamente calentada puede tener una temperatura de aproximadamente 75 grados Celsius. Por ejemplo, la temperatura de la solución electrolítica puede mantenerse en entre 70 grados Celsius y 100 grados Celsius durante el proceso de intercambio de iones. El recipiente de vidrio puede sumergirse en la solución electrolítica debidamente calentada por aproximadamente 24 horas. Por ejemplo, el recipiente de vidrio puede sumergirse en la solución electrolítica durante un periodo de entre 10 horas y 30 horas para formar una porción de la superficie debidamente tratada o intercambiada por iones en profundidad.

Todo el recipiente de vidrio o sólo una porción del mismo, puede sumergirse en la solución electrolítica durante el proceso de intercambio de iones. En una realización, el recipiente de vidrio se sumerge en la solución electrolítica, de modo que, la superficie externa o la superficie interna del recipiente de vidrio este en contacto con la solución electrolítica. En otra realización, el recipiente de vidrio se sumerge en la solución electrolítica, de modo que, tanto las superficies externas e internas del recipiente de vidrio estén en contacto con la solución electrolítica. Aún en otra realización, se coloca una máscara sobre el recipiente de vidrio, de modo que, sólo ciertas porciones de las superficies de recipiente de vidrio estén en contacto con la solución electrolítica.

El proceso de tratamiento de superficie de la presente descripción también puede incluir retirar el recipiente de vidrio de la solución electrolítica y lavar o enjuagar el recipiente de vidrio con un líquido (por ejemplo, agua) para retirar cualquier solución electrolítica residual de la superficie o superficies tratadas. El lavado se realiza debidamente después de que se haya enfriado el recipiente de vidrio a temperatura ambiente (por ejemplo, entre 20 grados Celsius y 30 grados Celsius). El líquido utilizado para lavar el recipiente de vidrio puede estar a una temperatura de entre 20 grados Celsius y 100 grados Celsius.

Después de que se hayan tratado los recipientes de vidrio mediante el proceso de intercambio de iones descrito actualmente, pueden aplicarse al mismo uno o más revestimientos de extremo frío. Los revestimientos de extremo frío incluyen revestimiento de polietileno, estearato y/o ácido oleico.

Los recipientes de vidrio tratados pueden inspeccionarse para cualquier característica adecuada y cualquier manera adecuada. Por ejemplo, los recipientes de vidrio pueden inspeccionarse manual o automáticamente por grietas, inclusiones, irregularidades de superficie y/o similares. Después de la inspección, los recipientes de vidrio tratados pueden etiquetarse y/o empaquetarse de cualquier manera adecuada.

El proceso de fabricación puede o no puede incluir todos los pasos descritos en la presente, y los pasos descritos pueden o no pueden realizarse en la secuencia establecida anteriormente.

La presente descripción puede proporcionar uno o más avances en la técnica. Por ejemplo, el proceso de tratamiento de superficie descrito actualmente puede utilizarse para reducir el reflejo total de luz de un recipiente de vidrio de sosa y cal. Como otro ejemplo, el proceso de tratamiento de superficie descrito actualmente puede utilizarse para incrementar transmisión de luz a través del recipiente de vidrio. Como otro ejemplo, el proceso de tratamiento de superficie descrito actualmente puede utilizarse para mejorar la resistencia mecánica del recipiente de vidrio.

Varios revestimientos a base de sílice están disponibles para reducir el reflejo de luz de superficies de recipientes de vidrio de sosa y cal. Sin embargo, revestimientos a base de sílice comercialmente disponibles son costosos y deben curarse después de que aplicarse uniformemente a recipientes de vidrio, por ejemplo, al calentar los recipientes de vidrio recubierto en un horno de alta temperatura o al exponer los recipientes de vidrio a luz ultravioleta (UV) para producir un revestimiento sólido, funcional. Tales procesos consumen altas cantidades de energía, les toma mucho tiempo completarse e incrementan el costo de producción. Pero el proceso de tratamiento de superficie descrito actualmente puede realizarse en un sólo paso a una temperatura relativamente baja, sin la necesidad de materiales de revestimiento costosos. Por lo tanto, el proceso de tratamiento de superficie descrito actualmente proporciona una solución simple a un problema conocido en la técnica de fabricación de recipiente de vidrio.

### Ejemplos

Varios sustratos de vidrio de sosa y cal 5.08 cm x 5.08 cm que tienen grosores de 3.2 mm se trataron utilizando formulaciones electrolíticas ejemplares. Posteriormente, se midió la transmisión de luz, así como la resistencia de cada sustrato de vidrio tratado. Los sustratos de vidrio de sosa y cal no tratados transmiten 90.22% de luz incidente a 550 nm y transmiten en promedio 82.96% de luz incidente en longitudes de onda entre 400 nm y 1250 nm. Un gráfico de transmisión de luz (%) como una función de longitud de onda (cm) para un sustrato de vidrio de sosa y cal no tratado (etiquetado como "Referencia") se muestra en la figura 4 (etiquetado como "referencia"), y un gráfico de Weibull de probabilidad de falla acumulativa (%) contra fuerza aplicada (N) por un

sustrato de vidrio de sosa y cal no tratado se muestra en la figura 5 que utiliza marcadores de datos en forma de círculo (también etiquetado como "Referencia").

### Ejemplo 1

Una solución electrolítica ejemplar de acuerdo con otra realización de la presente descripción se preparó al disolver 200 g de cloruro de litio (LiCl) y 100 g de nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) en 700 mL de agua desionizada. Un sustrato de vidrio 5.08 cm x 5.08 cm se sumergió en la solución electrolítica y después la solución se calentó a una temperatura de aproximadamente 75 grados Celsius. Después de 24 horas, el sustrato de vidrio se retiró de la solución electrolítica, se lavó o enjuagó con agua desionizada y se secó al aire durante 15 minutos. Posteriormente, se midió la transmisión de luz a través del sustrato de vidrio tratado, utilizando un espectrómetro Perkin Elmer Lambda 900 UV/VIS/NIR. Además, la resistencia del sustrato de vidrio tratado se evaluó al realizar pruebas de anillo sobre anillo utilizando una máquina electromecánica de ensayo universal AGS-X-5kN por Shiadzu.

Un sustrato de vidrio tratado por el proceso del ejemplo 1 transmite 90.34% de luz incidente a 550 nm y transmite en promedio 83.13% de luz incidente en longitudes de onda entre 400 nm y 1250 nm. Por lo tanto, la solución electrolítica binaria (LiCl-KNO<sub>3</sub>) del ejemplo 1 puede utilizarse debidamente para incrementar la cantidad de luz transmitida a través de un sustrato de vidrio de sosa y cal por 0.17%.

Un gráfico de probabilidad de falla acumulativa (%) contra fuerza aplicada (N) por un sustrato de vidrio de sosa y cal tratado por el proceso del ejemplo 1, se muestra en la figura 5 utilizando marcadores de datos en forma de diamante (etiquetado como "Muestra 1"). El gráfico de Weibull indica que la solución electrolítica binaria (LiCl- KNO<sub>3</sub>) del ejemplo 1 no afecta visiblemente la resistencia de un sustrato de vidrio de sosa y cal.

### Ejemplo 2

Una solución electrolítica ejemplar de acuerdo con otra realización de la presente descripción se preparó al disolver 200 g de nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) y 100 g de cloruro de potasio (KCl) en 700 mL de agua desionizada. Un sustrato de vidrio 5.08 cm x 5.08 cm se sumergió en la solución electrolítica y después la solución se calentó a una temperatura de aproximadamente 75 grados Celsius. Después de 24 horas, el sustrato de vidrio se retiró de la solución electrolítica, se lavó o enjuagó con agua desionizada y se secó al aire durante 15 minutos. Posteriormente, la transmisión de luz a través del sustrato de vidrio tratado se midió utilizando un espectrómetro Perkin Elmer Lambda 900 UV/VIS/NIR. Además, la resistencia del sustrato de vidrio tratado se evaluó al realizar pruebas de anillo sobre anillo utilizando una máquina electromecánica de ensayo universal AGS-X-5kN por Shiadzu.

Un gráfico de transmisión de luz (%) como una función de longitud de onda (cm) para un sustrato de vidrio de sosa y cal tratado por el proceso del ejemplo 2 se muestra en la figura 4 (etiquetado como "Muestra"). Un sustrato de vidrio tratado por este proceso transmite 96.11% de luz incidente a 550 nm y transmite, en promedio, 87.91 % de luz incidente en longitudes de onda entre 400 nm y 1250 nm. Por lo tanto, la solución electrolítica binaria (KNO<sub>3</sub>-KCl) del ejemplo 2 puede utilizarse debidamente para incrementar la transmisión total de luz a través de un sustrato de vidrio de sosa y cal por 4.94 %. Además, en comparación con el ejemplo 1, este ejemplo indica que puede lograrse un mayor incremento en transmisión de luz a través de un sustrato de vidrio de sosa y cal al utilizar una solución electrolítica que contiene iones de metales alcalinos de potasio (K<sup>+1</sup>), opuesto a una solución electrolítica que contiene iones de metales alcalinos de potasio (K<sup>+1</sup>) y litio (Li<sup>+1</sup>).

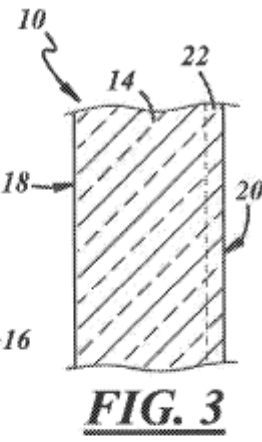
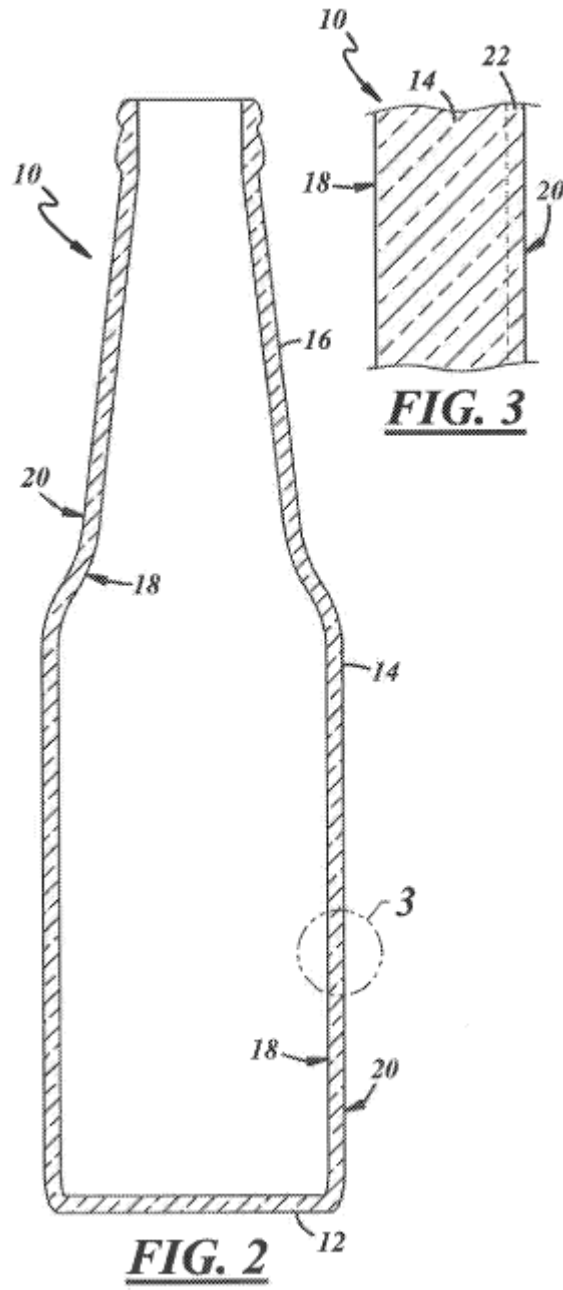
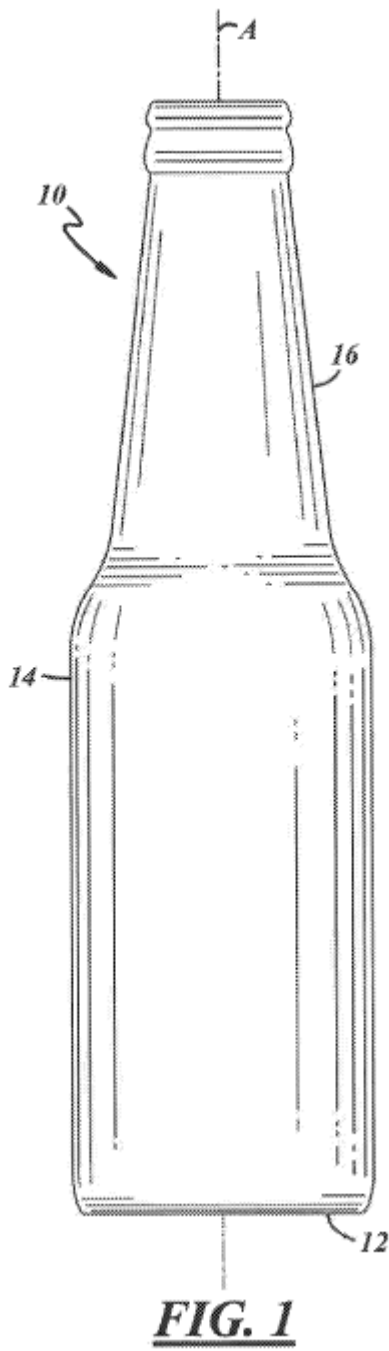
Un gráfico de probabilidad de falla acumulativa (%) contra fuerza aplicada (N) por un sustrato de vidrio de sosa y cal tratado por el proceso del ejemplo 2, se muestra en la figura 5 utilizando marcadores de datos con forma de triángulo (etiquetado como "Muestra 2"). El gráfico de Weibull indica que la solución electrolítica binaria (KNO<sub>3</sub>-KCl) del ejemplo 2 puede utilizarse para incrementar la resistencia de sustratos de vidrio sosa y cal.

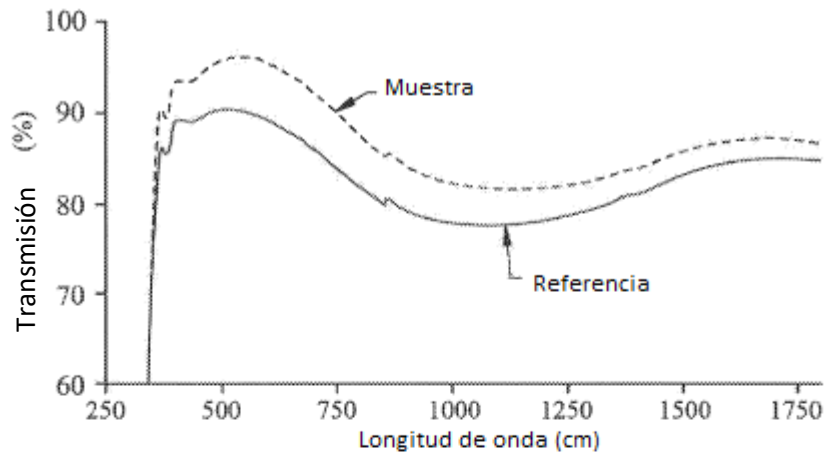
La estabilidad térmica de un sustrato de vidrio de sosa y cal tratado por el proceso del ejemplo 2 se probó al calentar el sustrato a una temperatura de 490 grados Celsius durante 2.5 horas. Posteriormente, la transmisión de luz a través del sustrato de vidrio se midió de nuevo. Un sustrato de vidrio de sosa y cal tratado térmicamente, también tratado por el proceso del ejemplo 2, transmite 96.33 % de luz incidente en 550 nm y transmite, en promedio, 87.33 % de luz incidente en longitudes de onda entre 400 nm y 1250 nm. En consecuencia, las propiedades antirreflectantes impartidas al sustrato de vidrio por el proceso del Ejemplo 2 son térmicamente estables.

Por lo tanto, se ha descrito un proceso de tratamiento de superficie para un recipiente de vidrio que al menos satisface parcialmente uno o más de los objetos y metas establecidos previamente. La descripción se ha presentado junto con varias realizaciones ejemplares, y se han discutido modificaciones y variaciones adicionales. Otras modificaciones y variaciones se sugerirán fácilmente a las personas con experiencia ordinaria en la técnica, en vista de la discusión anterior.

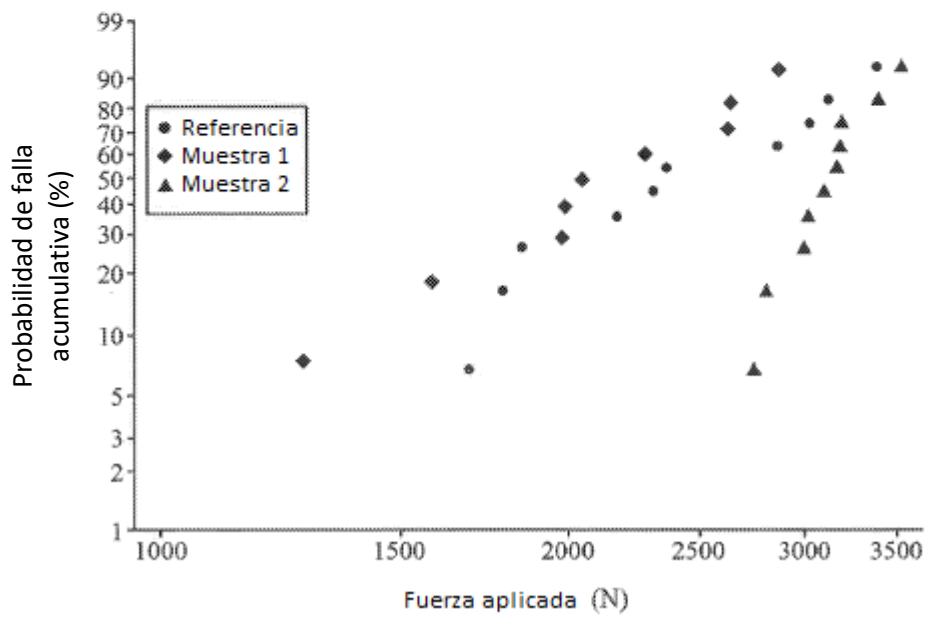
**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un proceso para fabricar un recipiente de vidrio (10) que incluye los siguientes pasos en la secuencia establecida:
- (a) formar un recipiente de vidrio de cal-sosa-silíce que incluya iones de metales intercambiables de sodio ( $\text{Na}^+$ ) y calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ );
- (b) recocer el recipiente de vidrio;
- 10 (c) poner en contacto al menos una porción del recipiente de vidrio con una solución acuosa electrolítica que tiene una temperatura entre 70 grados Celsius y 100 grados Celsius y que comprende iones de metales alcalinos de grupo IA que tiene radios iónico más grande que el del sodio ( $\text{Na}^+$ ) o calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y una fracción de masa salina en el intervalo de 10-50%;
- (d) mantener el recipiente de vidrio en contacto con la solución acuosa electrolítica por tiempo suficiente para intercambiar al menos una porción de los iones de metales intercambiable en una porción de superficie (22) del
- 15 recipiente de vidrio con al menos una porción de los iones de metales alcalinos de grupo IA en la solución acuosa electrolítica;
- (e) retirar el recipiente de vidrio del contacto con la solución acuosa electrolítica;
- (f) enjuagar el recipiente de vidrio con un líquido para retirar cualquier sal residual del mismo y después
- 20 (g) aplicar un revestimiento de extremo frío al recipiente de vidrio sobre la porción de superficie del recipiente de vidrio.
2. El proceso establecido en la reivindicación 1, en donde los iones de metales alcalinos de grupo IA en la solución acuosa electrolítica son iones de potasio ( $\text{K}^+$ ).
- 25 3. El proceso establecido en la reivindicación 1, en donde la solución acuosa electrolítica se mantiene a una temperatura entre 70 grados Celsius y 100 grados Celsius durante el paso (d).
4. El proceso establecido en la reivindicación 1, en donde no se aplica al recipiente de vidrio un revestimiento de extremo caliente de óxido de estaño ( $\text{SnO}_2$ ) o dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ).
- 30 5. Un proceso de tratamiento de superficie para un recipiente de vidrio de sílice (10) que comprende iones de metales intercambiables de sodio ( $\text{Na}^+$ ), calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), o tanto de sodio como calcio, el proceso de tratamiento de superficie incluye:
- 35 Poner en contacto al menos una porción del recipiente de vidrio con una solución acuosa electrolítica que tiene una temperatura entre 70 grados Celsius y 100 grados Celsius y que comprende iones de metales alcalinos IA que tienen radios más grandes que los del sodio ( $\text{Na}^+$ ) o calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y una fracción de masa salina en el intervalo de 10-50%; y mantener el contacto entre el recipiente de vidrio y la solución acuosa electrolítica por un tiempo suficiente para intercambiar al menos una porción de los iones de metales intercambiables en el recipiente de
- 40 vidrio de sílice con al menos una porción de los iones de metales alcalinos de grupo IA en la solución acuosa electrolítica.
6. Un proceso como se establece en la reivindicación 5, en donde los iones de metales alcalinos de grupo IA en la solución acuosa electrolítica son iones de potasio ( $\text{K}^+$ ).
- 45 7. Un proceso como se establece en la reivindicación 5, en donde el recipiente de vidrio está en contacto con la solución acuosa electrolítica por un tiempo suficiente para formar una capa de tensión compresiva en una porción de superficie (22) del recipiente de vidrio.
- 50 8. Un recipiente de vidrio de sílice producido por el proceso establecido en la reivindicación 5.
9. Un recipiente de vidrio de sílice producido por el proceso establecido en la reivindicación 8, en donde la capa de tensión compresiva formada en la porción de superficie del recipiente de vidrio se extiende desde una superficie interna o una superficie externa del recipiente de vidrio a una profundidad en el intervalo de 1-100  $\mu\text{m}$ .





**FIG. 4**



**FIG. 5**