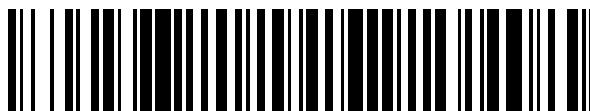


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 822 158**

51 Int. Cl.:

**C03C 17/42** (2006.01)

**B65D 23/08** (2006.01)

**C03C 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2011 PCT/US2011/031595**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2011 WO11127294**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2011 E 11715362 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 2556036**

54 Título: **Mejora de la adhesión de revestimientos orgánicos en vidrio**

30 Prioridad:

**07.04.2010 US 755458**

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

**29.04.2021**

73 Titular/es:

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

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

72 Inventor/es:

**REMINGTON, MICHAEL P., JR. y  
MARSH, DENNIS R.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 822 158 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

Mejora de la adhesión de revestimientos orgánicos en vidrio

La presente divulgación se dirige a procedimientos de revestimiento, incluyendo métodos y materiales para revestir vidrio y para mejorar la adhesión de revestimientos orgánicos en el vidrio.

5 **Antecedentes y sumario de la divulgación**

Se han desarrollado diversos procedimientos para aplicar revestimientos a sustratos de vidrio para diferentes fines, incluyendo la decoración, la adhesión y el refuerzo de vidrio para la prevención de daños. Por ejemplo, la patente estadounidense 3.522.075 da a conocer un procedimiento para revestir un recipiente de vidrio en el que se forma el recipiente, revestido con una capa de óxido metálico tal como óxido de estaño, enfriado a través de un túnel de recocido y, después, revestido con un material basado en resina de organopolisiloxano sobre la capa de óxido metálico.

El documento JP 2005-177542 A da a conocer botellas de vidrio revestidas en caliente con óxido de estaño, sobre el que se aplica un silicato coloidal seguido por una capa mezclada que comprende un agente de acoplamiento de silano organofuncional, silicona y polietileno.

Adicionalmente, el documento US 5.939.188 A da a conocer un sustrato de vidrio como tal que se reviste en caliente con óxido de estaño indio. Se aplica una capa de sílice al sustrato de vidrio, posteriormente el sustrato se reviste con una imprimación que contiene un silano organofuncional y se reviste con dos capas de poliuretano.

Un objetivo general de la presente divulgación, según un aspecto de la divulgación, es aumentar la unión entre revestimientos de vidrio para una mejor adhesión de revestimientos orgánicos a un producto, mejorando de ese modo la apariencia del producto, la protección ultravioleta, la durabilidad y/o similares.

La presente divulgación incorpora un número de aspectos que pueden implementarse de manera independiente o en combinación entre sí. La invención se define en las reivindicaciones independientes 1 y 7, las reivindicaciones dependientes hacen referencia a las realizaciones preferidas.

Un método de revestimiento de un recipiente de vidrio según un aspecto de la divulgación incluye las etapas de depositar un óxido inorgánico basado en silicio sobre una superficie exterior del vidrio, aplicar entonces un silano organofuncional al vidrio sobre el óxido inorgánico y aplicar entonces un revestimiento orgánico al vidrio sobre el silano organofuncional. En otro aspecto, la presente invención proporciona un recipiente de vidrio que incluye un sustrato de vidrio, un revestimiento de óxido inorgánico sobre el sustrato en el que dicho óxido inorgánico es sílice (SiO<sub>2</sub>), un revestimiento de silano organofuncional sobre el revestimiento de óxido inorgánico y que incluye un revestimiento orgánico sobre dicho revestimiento de silano organofuncional.

30 **Breve descripción de los dibujos**

La divulgación, junto con objetos, características, ventajas y aspectos adicionales de la misma, se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción, las reivindicaciones anexas y los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en alzado de un recipiente de vidrio según una realización a modo de ejemplo de la presente divulgación; y

la figura 2 es una vista en sección a escala ampliada del recipiente de vidrio, tomada desde el círculo 2 de la figura 1.

**Descripción detallada de realizaciones preferidas**

En general, se describirán productos y procedimientos usando uno o más ejemplos de las realizaciones a modo de ejemplo de materiales y etapas para mejorar la adhesión de revestimientos orgánicos en vidrio. Las realizaciones a modo de ejemplo se describirán con referencia a su uso para recipientes de vidrio.

Haciendo referencia ahora a los dibujos, la figura 1 ilustra una realización a modo de ejemplo de un recipiente de vidrio 10 (por ejemplo, una botella de vidrio, un frasco o similares) que puede producirse según las realizaciones a modo de ejemplo de un procedimiento de fabricación dado a conocer ahora a continuación en el presente documento. La figura 2 ilustra que el recipiente de vidrio 10 incluye preferiblemente un sustrato de vidrio 12, un revestimiento en caliente 14 en el sustrato, un revestimiento en frío 16 sobre el revestimiento en caliente 14, un revestimiento de óxido inorgánico 18 sobre el revestimiento en frío 16, un revestimiento de silano organofuncional 19 sobre el revestimiento de óxido inorgánico 18 y un revestimiento orgánico 20 sobre el revestimiento de silano organofuncional 19.

Aunque los diversos revestimientos 14 a 20 se muestran como capas adyacentes que se recubren entre sí de manera secuencial, uno o más de los revestimientos puede penetrar en o incluso a través de uno o más de los otros revestimientos. En consecuencia, los diversos revestimientos 14 a 20 pueden describirse justamente como que se aplican en general al recipiente de vidrio 10, independientemente de cómo o hasta qué punto cualquier revestimiento dado entra en contacto con cualquiera de los otros revestimientos y/o el sustrato 12. De manera similar, cuando se describe un material como

que se aplica a una superficie exterior del recipiente de vidrio 10, el material puede entrar en contacto con uno o más de los revestimientos 14 a 20 y/o el propio sustrato de vidrio 12.

5 Pueden producirse recipientes de vidrio de cualquier manera adecuada. Esto normalmente implicaría un "extremo caliente" que incluye uno o más hornos de fusión, máquinas conformadoras y hornos de recocido y un "extremo frío" después del/de los horno(s) de recocido y que incluye equipos de inspección y máquinas empaquetadoras. En consecuencia, un "revestimiento en caliente" es un revestimiento aplicado en el extremo caliente de un procedimiento de fabricación de recipiente de vidrio antes del paso a través del horno de recocido y un "revestimiento en frío" es un revestimiento aplicado en el extremo frío del procedimiento de fabricación de recipiente de vidrio durante o después del paso a través del horno de recocido.

10 Después de la formación de recipientes de vidrio, pero antes del recocido, los recipientes de vidrio pueden revestirse en caliente de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, los recipientes de vidrio pueden revestirse con uno o más óxidos metálicos, por ejemplo, bajo una cubierta entre las máquinas conformadoras y un horno de recocido. El revestimiento en caliente 14 puede incluir óxidos de estaño, titanio, vanadio, circonio y/o similares.

Los recipientes de vidrio pueden recocerse entonces de cualquier manera adecuada, tal como en un horno de recocido.

15 En o aguas abajo de la operación de recocido, los recipientes de vidrio pueden revestirse en frío de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, los recipientes de vidrio pueden revestirse con el revestimiento en frío 16, que puede ser un revestimiento orgánico protector aplicado aguas abajo o en un extremo del horno de recocido. El revestimiento en frío puede incluir polietileno, estearato, ácido oleico o cualquier otro material adecuado.

20 Después de que se aplique el revestimiento o los revestimientos en frío, los recipientes de vidrio pueden inspeccionarse en busca de cualquier característica adecuada y de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, los recipientes de vidrio pueden inspeccionarse de manera manual o automática en busca de grietas, imperfecciones, irregularidades de superficie, propiedades de revestimiento en frío y/o en caliente y/o similares.

25 El revestimiento de óxido inorgánico 18 se aplica a superficies exteriores de los recipientes de vidrio de cualquier manera adecuada y, preferiblemente, después de la inspección. En una realización, pueden depositarse uno o más óxidos inorgánicos en los recipientes de vidrio, por ejemplo, por pirólisis con llama. El óxido inorgánico puede incluir una sílice reactiva, por ejemplo,  $\text{SiO}_2$ . Pueden suministrarse precursores del óxido inorgánico como un vapor, un líquido pulverizado, una disolución pulverizada y/o similares. Los precursores adecuados pueden incluir uno o más de los siguientes compuestos: tetraetoxisilano (TEOS), hexametildisiloxano (HMDSO), hexametildisilazano (HMDSA),  $\text{R}_4\text{Si}$  (donde R es un grupo arilo o alquilo que contiene siete o menos átomos de carbono),  $\text{RaSiX}_{4-a}$  (donde R es un grupo arilo o alquilo que contiene siete o menos átomos de carbono y X es un haluro, alcóxido, arilóxido o grupo amida) y/o  $\text{SiX}_4$  (donde X es un haluro, alcóxido, arilóxido o grupo amida). Los expertos habituales en la técnica reconocerán que el grosor del revestimiento de óxido inorgánico 18 puede ser específico de la aplicación y puede determinarse por ensayo y error. En una realización de recipiente de vidrio a modo de ejemplo, el grosor puede estar entre 100 y 1000 ángstroms. La velocidad de fabricación para la etapa de revestimiento inorgánico puede ser desde aproximadamente 50 recipientes por minuto (cpm) hasta aproximadamente 600 cpm. En cualquier caso, el depósito del óxido inorgánico da como resultado el revestimiento de óxido inorgánico 18, que presenta una superficie altamente reactiva con un aumento de sitios de unión para un silano organofuncional, que puede aplicarse, por ejemplo, tal como se describe a continuación.

35 Después de que se aplique el óxido inorgánico, el revestimiento de silano organofuncional 19 se aplica a los recipientes de vidrio de cualquier manera adecuada para facilitar la adhesión del revestimiento orgánico posterior 20. Debido a que el revestimiento de óxido inorgánico 18 proporciona un aumento de los sitios de unión para el revestimiento de silano organofuncional 19, puede retenerse más silano organofuncional por unidad de superficie en los recipientes de vidrio de lo que se retendría, de lo contrario, en ausencia del revestimiento de óxido inorgánico 18 depositado. A su vez, y tal como se describirá a continuación, cuanto más silano organofuncional se retenga en los recipientes de vidrio, más revestimiento orgánico 20 se adherirá a los recipientes de vidrio de lo que se adheriría, de lo contrario, en ausencia de los revestimientos de silano organofuncional y óxido inorgánico 18, 19.

40 El revestimiento de silano organofuncional 19 puede aplicarse como un líquido o una disolución acuosa, por ejemplo, mediante pulverización, rodadura, cepillado, inmersión y/o cualquier otra técnica de aplicación adecuada. La química del revestimiento de silano organofuncional 19 puede elegirse basándose en la química del revestimiento orgánico 20 aplicada sobre el revestimiento de silano organofuncional 19. Por ejemplo, si el revestimiento orgánico 20 es un material curable por radiación basado en la química de acrilato, entonces un silano organofuncional apropiado puede contener una funcionalidad de metacrilato o acrilato. Los expertos habituales en la técnica reconocerán que el grosor del revestimiento de silano organofuncional 19 puede ser específico de aplicación y puede determinarse por ensayo y error. En una realización de recipiente de vidrio a modo de ejemplo, el revestimiento 19 puede incluir una o dos aplicaciones o capas. La velocidad de fabricación para la etapa de revestimiento de silano organofuncional puede ser desde aproximadamente 50 recipientes por minuto (cpm) hasta aproximadamente 600 cpm.

Después de que se aplique el silano organofuncional, el revestimiento orgánico 20 se aplica a los recipientes de vidrio de cualquier manera adecuada, por ejemplo, para decoración, protección ultravioleta, durabilidad y/o similares. El revestimiento orgánico 20 puede aplicarse mediante pulverización, inmersión, revestimiento en polvo o similares. El

revestimiento orgánico 20 puede transmitirse por disolvente, agua, sólidos al 100% o similares. El revestimiento orgánico 20 puede basarse en uno o más de una variedad de polímeros que incluyen acrilatos, epoxis, uretanos y/o similares.

5 Después de aplicar el revestimiento orgánico 20, el revestimiento 20 puede curarse de cualquier manera adecuada. El revestimiento orgánico 20 puede ser un revestimiento curable, por ejemplo, un revestimiento orgánico curable por radiación curado por cualquier tipo adecuado de radiación como, por ejemplo, ultravioleta, por haz de electrones o similares. En otra realización, el revestimiento orgánico 20 puede ser un revestimiento curable térmicamente curado por horno de convección, lámparas infrarrojas o similares. La etapa de curado puede usarse para facilitar una buena unión entre el revestimiento orgánico 20 y el silano organofuncional.

Después del curado, los recipientes de vidrio pueden empaquetarse de cualquier manera adecuada.

10 Al contrario de lo que se suele pensar, es posible producir recipientes de vidrio con unión eficaz de revestimientos orgánicos a los mismos sin tener que recurrir a etapas de procedimiento no deseadas. Convencionalmente, se ha entendido que los revestimientos orgánicos no se adhieren bien a recipientes de vidrio que se han tratado con revestimientos en frío y/o en caliente y que debe aplicarse energía de plasma, corona o llama a los recipientes de vidrio para conseguir una posible adhesión del revestimiento orgánico a los mismos.

15 Por el contrario, la aplicación del revestimiento de óxido inorgánico del método dado a conocer en el presente documento produce una superficie de sílice altamente reactiva que permite un aumento de la unión de silano organofuncional por unidad de superficie, lo que, a su vez, lleva a un aumento de la adhesión del revestimiento orgánico a los recipientes de vidrio. Se supone que el silano organofuncional puede facilitar la adhesión del revestimiento orgánico 20 a los recipientes de vidrio mediante una unión fuerte, quizás mediante uniones covalentes, del silano organofuncional tanto con el  
20 revestimiento de óxido inorgánico 18 como con el revestimiento orgánico 20. En cualquier caso, puede conseguirse un consiguiente aumento de la durabilidad del revestimiento orgánico, mejorando de ese modo una o más de la apariencia del producto, la adhesión, la protección ultravioleta, la durabilidad y/o similares.

Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio para ilustrar la mejora proporcionada por la presente divulgación. A continuación, se proporciona una descripción de la prueba y los resultados.

25 Se prepararon botellas de vidrio con revestimientos de SnO<sub>2</sub>/polietileno con diversas condiciones de superficie exterior y, entonces, se compararon en términos de resistencia a la adhesión promedio. A continuación, se describe la preparación de cada una de las botellas a modo de ejemplo, seguida por una tabla que compara los resultados de adhesión.

Un primer conjunto de botellas de vidrio incluyó solo un revestimiento de SnO<sub>2</sub>/polietileno y, de lo contrario, no se trató antes de la aplicación del revestimiento orgánico.

30 Un segundo conjunto de botellas de vidrio incluyó un revestimiento de SnO<sub>2</sub>/polietileno y se sometió, además, a tratamiento con llama con un gas compuesto del 35% de propano y el 65% de butano en peso. La distancia entre el chorro de llama y las superficies exteriores de las botellas fue de aproximadamente 15 mm, la velocidad de rotación de la botella fue de aproximadamente 100 rpm y el tiempo de tratamiento fue de aproximadamente 60 segundos incluyendo dos viajes (ida y vuelta) a través de la botella. La temperatura de la superficie de la botella después del tratamiento previo con llama  
35 fue de aproximadamente 220 a 240 °F y la temperatura de llama en la superficie de botella fue de aproximadamente 1800 °F.

40 Un tercer conjunto de botellas de vidrio incluyó un revestimiento de SnO<sub>2</sub>/polietileno y se sometió, además, a tratamiento de corona usando una unidad de tratamiento de superficie de corona modelo BD-80 de Electro-Technic Products, de Chicago, IL. El voltaje de salida se estableció a escala máxima de aproximadamente 250 kV, con una distancia entre el electrodo de tratamiento y las superficies de botella de aproximadamente 3 a 5 mm. La velocidad de rotación de botella fue de aproximadamente 100 rpm y la duración del tratamiento fue de aproximadamente 3 minutos.

45 Un cuarto conjunto de botellas de vidrio incluyó un revestimiento de SnO<sub>2</sub>/polietileno y se sometió, además, a tratamiento con plasma usando argón. El tratamiento incluyó una tasa de flujo de argón de aproximadamente diez l/min, un voltaje del arco de aproximadamente 20 V CC, una corriente del arco de aproximadamente 100 A y la distancia entre el chorro de plasma y la superficie de botella se estableció a aproximadamente 15 mm. La velocidad de rotación de botella fue de aproximadamente 100 rpm, con un tiempo de tratamiento de aproximadamente 80 segundos, incluyendo dos viajes (ida y vuelta) a través de la botella.

Un quinto conjunto de botellas de vidrio incluyó un revestimiento de SnO<sub>2</sub>/polietileno, con un revestimiento de silano organofuncional aplicado al mismo.

50 Un sexto conjunto de botellas de vidrio incluyó un revestimiento de SnO<sub>2</sub>/polietileno y se sometió, además, al tratamiento con llama descrito anteriormente, con un revestimiento de silano organofuncional aplicado al mismo.

55 Un séptimo conjunto de botellas de vidrio se preparó según la presente invención, incluyendo un revestimiento de SnO<sub>2</sub>/polietileno, un revestimiento de óxido inorgánico, un revestimiento de silano organofuncional y un revestimiento orgánico. El revestimiento de óxido inorgánico se aplicó usando un kit profesional de marca PYROSIL disponible de Bohle America, Inc. de Charlotte, NC. La distancia entre la llama pirolítica y las superficies de botella fue de aproximadamente

15 mm, la velocidad de rotación de botella fue de aproximadamente 100 rpm, con un tiempo de tratamiento de aproximadamente 80 segundos. La temperatura de botella después del tratamiento fue de aproximadamente 220°F (aproximadamente 104°C). La temperatura de botella durante el depósito de silano fue de aproximadamente 90 a 120°F (aproximadamente 32 a 49°C) y el silano se depositó con un cepillo usando aproximadamente un ml de silano y tardó aproximadamente treinta segundos en completarse. El silano se envejeció después del depósito durante aproximadamente diez minutos.

Para todos los conjuntos de botellas de vidrio, el revestimiento orgánico se aplicó mediante pulverización, usando una pistola pulverizadora de marca RECORD 2200 con una copa de flujo de gravedad disponible de La Ditta GAV de Italia. La pistola pulverizadora incluyó un diámetro de boquilla de aproximadamente 1,5 mm, con una presión de aire de aproximadamente 4 bares. El tiempo de aplicación de revestimiento fue de aproximadamente 5 a 25 segundos y la velocidad de rotación de botella fue de aproximadamente 60 a 65 rpm. La distancia entre las botellas y la pistola pulverizadora fue de aproximadamente 30 cm y la tasa de aplicación fue de aproximadamente 0,4 a 1,3 g por botella (de media, 0,8 g por botella).

Se permitió que todos los conjuntos de botellas de vidrio se secan a una temperatura ambiente de aproximadamente 15,5 a 21°C (aproximadamente 60 a 70°F) y una humedad de aproximadamente el 30 al 50% durante aproximadamente 30 a 35 segundos.

Entonces, todos los conjuntos de botellas de vidrio se expusieron a secado infrarrojo durante aproximadamente 120 a 150 segundos. Un secador infrarrojo usó 1 kW de potencia reflectora y las distancias entre el tubo reflector y las superficies de botella oscilaron entre aproximadamente 9 cm y aproximadamente 14 cm. La temperatura de botella al final del secado infrarrojo fue de aproximadamente 76,7 a 82,2°C (aproximadamente 170 a 180°F).

Después de eso, los revestimientos orgánicos de las botellas de vidrio se curaron con radiación ultravioleta durante aproximadamente 15 segundos. La velocidad de rotación de botella fue de aproximadamente 60 a 65 rpm, una distancia entre una lámpara ultravioleta y las superficies de botella fue de aproximadamente 6 cm, la irradiancia se estableció a aproximadamente 1200 mW/cm<sup>2</sup> y la dosis ultravioleta fue de aproximadamente 9000 mJ/cm<sup>2</sup> (UV-A y UV-B). Se usaron dos lámparas UV de 3000 vatios: modelo DRTI-3000A, disponible de Razryad Ltd, de Zelenograd, Rusia.

Se midieron todos los conjuntos de botellas para la adhesión. Las medidas de adhesión se tomaron en muestras de aproximadamente 2,5 cm x 2,5 cm con un sistema de construcción personalizado que consiste en una célula de carga (marca Honeywell SENSOTEC modelo 102) y un cilindro neumático. Se pegó una sufridera con un diámetro de 4,8 mm con la forma de la curvatura de las botellas a las superficies de las mismas usando un adhesivo de cianoacrilato universal (UCA), por ejemplo, TRAMEL UCA. Se aplicó de manera gradual una carga de resistencia a la tracción hasta que se produjo la destrucción. A continuación, se proporciona una tabla de los resultados.

**TABLA 1**

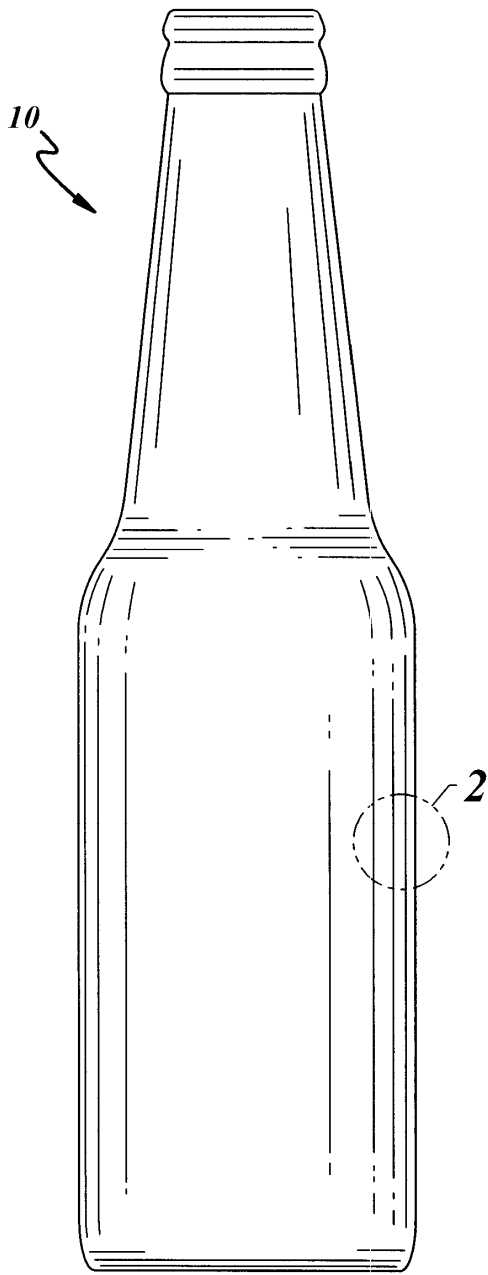
Conjunto de botella	Resistencia a la adhesión promedio (MPa)
Primero - sin tratar	6,1
Segundo - tratado con llama	4,6
Tercero - tratado con corona	1,4
Cuarto - tratado con plasma	3,3
Quinto - tratado con silano organofuncional	8,4
Sexto - tratado con llama y silano	10,6
Séptimo - óxido inorgánico + silano	17,2

Por tanto, el ejemplo del método dado a conocer en el presente documento según la invención da como resultado una resistencia a la adhesión que es aproximadamente de dos a tres veces mayor que otros tratamientos de superficie en una superficie de SnO<sub>2</sub>/polietileno de un recipiente de vidrio.

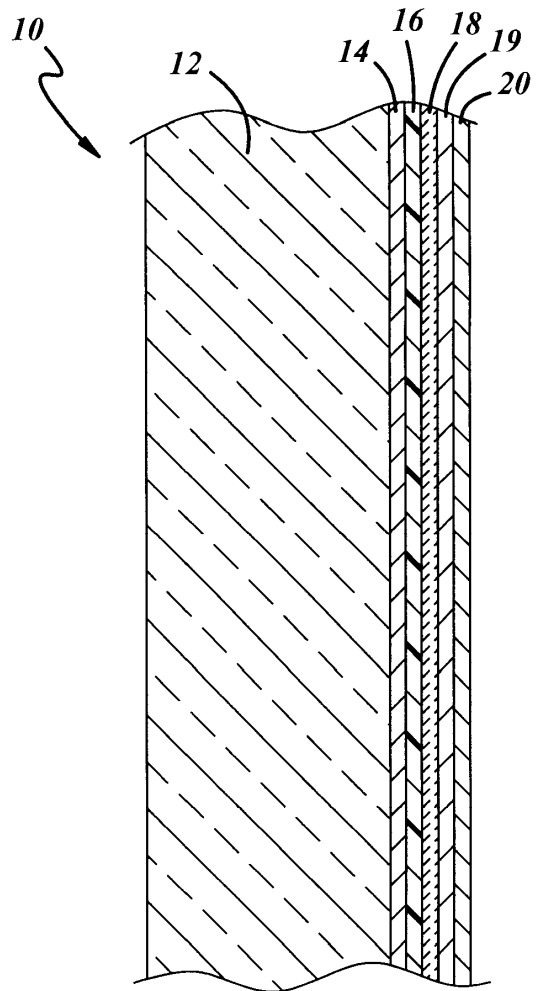
Por tanto, se han dado a conocer métodos de revestimiento de recipientes de vidrio y métodos de fabricación de recipientes de vidrio que satisfacen al menos parcialmente uno o más de los objetivos y fines expuestos anteriormente. La divulgación se ha presentado conjuntamente con varias realizaciones a modo de ejemplo y se han comentado modificaciones y variaciones adicionales.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de revestimiento de un recipiente de vidrio, que incluye las etapas de:
  - (a) depositar un óxido inorgánico en una superficie exterior de un sustrato de recipiente de vidrio (12),
  - (b) tras dicha etapa (a), aplicar un silano organofuncional al recipiente de vidrio sobre el óxido inorgánico y, entonces,
  - 5 (c) aplicar un revestimiento orgánico (20) al recipiente de vidrio sobre el silano organofuncional, en el que dicho óxido inorgánico es un óxido inorgánico basado en silicio.
2. Método según la reivindicación 1, en el que dicha etapa (a) se lleva a cabo por pirólisis con llama.
3. Método según la reivindicación 2, que incluye, además, la etapa de: (d) curar dicho revestimiento orgánico (20).
4. Método según la reivindicación 3, que incluye, antes de dicha etapa (a), al menos una etapa adicional de al menos una  
10 de aplicar un revestimiento en caliente (14) al sustrato de recipiente de vidrio o aplicar un revestimiento en frío (16 o 18 o 19) al sustrato de recipiente de vidrio.
5. Método según la reivindicación 4, en el que dicho revestimiento en caliente es SnO<sub>2</sub>.
6. Método según la reivindicación 1, en el que dicho óxido inorgánico basado en silicio es SiO<sub>2</sub>.
7. Recipiente de vidrio que incluye un sustrato de vidrio (12), un revestimiento de óxido inorgánico (18) sobre el sustrato,  
15 un revestimiento de silano organofuncional (19) sobre el revestimiento de óxido inorgánico y que incluye un revestimiento orgánico (20) sobre dicho revestimiento de silano organofuncional (19) y en el que dicho óxido inorgánico es sílice (SiO<sub>2</sub>).



**FIG. 1**



**FIG. 2**