

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 939 111**

51 Int. Cl.:

C03C 17/34

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2018 PCT/GB2018/052859**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.04.2019 WO19077305**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2018 E 18785733 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2022 EP 3697737**

54 Título: **Método para fabricar un artículo de vidrio recubierto reflectante**

30 Prioridad:

19.10.2017 US 201762574437 P

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

19.04.2023

73 Titular/es:

**PILKINGTON GROUP LIMITED (100.0%)
European Technical Centre Hall Lane Lathom
Nr. Ormskirk, Lancashire L40 5UF, GB**

72 Inventor/es:

**VARANASI, SRIKANTH;
MCSPORRAN, NEIL y
MAHONEY, MATTHEW BARRINGTON**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 939 111 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

Método para fabricar un artículo de vidrio recubierto reflectante

5 Referencia cruzada a la solicitud relacionada

Esta solicitud reivindica el beneficio, bajo la 35 U.S.C. 119(e), de la solicitud de patente provisional de Estados Unidos a la que se otorgó el núm. de serie 62/574,437 y se presentó el 19 de octubre de 2017,

10 Antecedentes

La invención se refiere a un método para fabricar un artículo de vidrio recubierto. Más particularmente, la invención se refiere a un método para fabricar un artículo de vidrio recubierto reflectante.

15 Las pantallas de video del tipo pantalla plana ahora se encuentran en muchos lugares en instalaciones públicas y comerciales y en hogares privados. Se ha descubierto que es conveniente que tales pantallas de video sean menos molestas visualmente cuando la pantalla no está en funcionamiento. Una manera de lograr este objetivo es ocultar la pantalla de video dándole la apariencia de un objeto que podría aparecer comúnmente en una habitación, tal como un espejo. Sin embargo, bajo determinadas condiciones tales como, por ejemplo, cuando hay niveles relativamente
20 altos de luz natural que ilumina un espacio y la pantalla de video está en funcionamiento, la calidad de la imagen de video no es tan brillante o nítida como sería conveniente.

Por lo tanto, sería ventajoso proporcionar un método para fabricar un artículo de vidrio recubierto que tenga una apariencia similar a un espejo para ocultar una pantalla de video cuando la pantalla no esté en uso y que permita
25 que una imagen de video de la pantalla sea brillante y nítida cuando la pantalla está en uso y se utilice en áreas con altos niveles de luz natural.

Breve resumen

30 Se proporcionan modalidades de un método para fabricar un artículo de vidrio recubierto reflectante. El método comprende proporcionar un sustrato de vidrio. Se forma una primera mezcla gaseosa. La primera mezcla gaseosa comprende un compuesto de silano y gas inerte. La primera mezcla gaseosa se suministra a un lugar por encima de la superficie principal del sustrato de vidrio para depositar una primera capa de recubrimiento directamente sobre la superficie principal del sustrato de vidrio. La primera capa de recubrimiento se deposita con un espesor de 5-50 nm.
35 Se forma una segunda mezcla gaseosa. La segunda mezcla gaseosa comprende un compuesto de silano, un eliminador de radicales y oxígeno molecular. La segunda mezcla gaseosa se suministra a un lugar por encima de la primera capa de recubrimiento. Se deposita una segunda capa de recubrimiento con un espesor de 5-50 nm sobre la primera capa de recubrimiento. El artículo de vidrio recubierto exhibe una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 45 % o más desde un lado recubierto del artículo de vidrio recubierto.

40 En algunas modalidades, el sustrato de vidrio se mueve.

En otras modalidades, el sustrato de vidrio es una cinta de vidrio en un proceso de fabricación de vidrio flotado.

45 Preferentemente, la primera capa de recubrimiento tiene un índice de refracción de 3,0 o más y la segunda capa de recubrimiento tiene un índice de refracción inferior a 1,6.

Preferentemente, la primera capa de recubrimiento comprende silicio elemental y la segunda capa de recubrimiento comprende dióxido de silicio. En una modalidad, la primera capa de recubrimiento consiste esencialmente en silicio elemental. En otra modalidad, la segunda capa de recubrimiento consiste esencialmente en dióxido de silicio.

En una modalidad, la primera mezcla gaseosa se suministra a través de un primer aparato de recubrimiento y la primera mezcla gaseosa se descarga desde el primer aparato de recubrimiento. Preferentemente, la primera mezcla gaseosa se forma antes de suministrarse a través del primer aparato de recubrimiento.

55 En otra modalidad, la segunda mezcla gaseosa se suministra a través de un segundo aparato de recubrimiento y la segunda mezcla gaseosa se descarga desde el segundo aparato de recubrimiento.

En una modalidad, la primera mezcla gaseosa consiste esencialmente en el compuesto de silano y gas inerte.

60 En otra modalidad, la segunda mezcla gaseosa comprende un compuesto que contiene oxígeno. Preferentemente, el compuesto que contiene oxígeno es vapor de agua.

En una modalidad, el espesor de la primera capa de recubrimiento es de 10-30 nm.

65 En otra modalidad, el espesor de la segunda capa de recubrimiento es de 10-50 nm.

La segunda capa de recubrimiento se deposita directamente sobre la primera capa de recubrimiento y forma la capa más exterior del recubrimiento.

Fuera del alcance de la invención, se deposita una tercera capa de recubrimiento sobre la segunda capa de recubrimiento, en donde la tercera capa de recubrimiento se deposita a un espesor de 50 nm o menos. La tercera capa de recubrimiento puede depositarse directamente sobre la segunda capa de recubrimiento. La tercera capa de recubrimiento puede definir una superficie exterior del artículo de vidrio recubierto. La tercera capa de recubrimiento puede comprender óxido de silicio y flúor.

En una modalidad, el artículo de vidrio recubierto exhibe una resistencia de la lámina superior a $1,0 \times 10^{10}$ ohm/sq.

En algunas modalidades, la reflectancia total de la luz visible (Iluminante D65, observador de diez grados) exhibida por el artículo de vidrio recubierto desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto es 45-75 %.

En otras modalidades, el artículo de vidrio recubierto exhibe una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 40 % o menos desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto. En una modalidad, el artículo de vidrio recubierto exhibe una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 20-40 % desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto.

Preferentemente, el artículo de vidrio recubierto exhibe un valor a^* (Iluminante D65, observador de diez grados) desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto en el intervalo de -6 a 6 y un valor b^* (Iluminante D65, observador de diez grados) desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto en el intervalo de -6 a 6.

En algunas modalidades, el valor de a^* es negativo y el valor de b^* es positivo.

Breve descripción de las varias vistas de los dibujos

Lo anterior, así como también otras ventajas de la presente invención, serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada cuando se considere a la luz de los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es una vista en sección de una modalidad de un artículo de vidrio recubierto de acuerdo con una modalidad de la invención;

La Figura 2 es una vista en sección de una modalidad de un artículo de vidrio recubierto fuera del alcance de una modalidad de la invención; y

La Figura 3 es una vista esquemática, en sección vertical, de una instalación para practicar el proceso de fabricación de vidrio flotado de acuerdo con una modalidad de la invención.

Descripción detallada

Debe entenderse que la invención puede asumir diversas orientaciones alternativas y secuencias de etapas, excepto donde se especifique expresamente lo contrario. También debe entenderse que las capas, los artículos, los métodos y los procesos específicos ilustrados en los dibujos adjuntos, y descritos en la siguiente especificación son simplemente modalidades ilustrativas de los conceptos de la invención. Por lo tanto, las dimensiones, las direcciones u otras características físicas específicas relacionadas con las modalidades descritas no deben considerarse limitativas, a menos que se indique expresamente lo contrario.

En una modalidad, se proporciona un método para fabricar un artículo de vidrio recubierto reflectante. Las modalidades del artículo de vidrio recubierto reflectante 10 se describirán más abajo y con referencia a las Figuras. 1-3. Las modalidades del artículo de vidrio recubierto 10 pueden usarse como una sola lámina de vidrio recubierto. En una modalidad de este tipo, el artículo de vidrio recubierto se usa como una parte de un conjunto de pantallas. Además, las modalidades del artículo de vidrio recubierto 10 pueden usarse, por ejemplo, en un acristalamiento y/o tener aplicaciones arquitectónicas, electrónicas, residenciales, comerciales, fotovoltaicas, automotrices y aeroespaciales.

El método comprende proporcionar un sustrato de vidrio. Una modalidad del sustrato de vidrio se ilustra, por ejemplo, en la Figura 1. Las características de transparencia o absorción del sustrato de vidrio pueden variar entre las modalidades del artículo de vidrio recubierto. Además, el color del sustrato de vidrio puede variar entre las modalidades del método. En algunas modalidades, el sustrato de vidrio puede teñirse o colorearse. Sin embargo, se prefiere que el sustrato de vidrio 12 sea sustancialmente claro y transparente a la luz visible.

El sustrato de vidrio puede ser de una composición de vidrio convencional conocida en la técnica. En determinadas modalidades, la composición del sustrato de vidrio 12 se selecciona para permitir que el artículo de vidrio recubierto 10 exhiba determinadas propiedades. Preferentemente, el sustrato de vidrio 12 es un vidrio de sosa-cal-sílice. En esta modalidad, el sustrato 12 puede ser una cinta de vidrio flotado. Sin embargo, el sustrato de vidrio puede ser de

otra composición tal como, por ejemplo, una composición de borosilicato o una de aluminosilicato. Además, el espesor del sustrato de vidrio puede variar entre las modalidades.

El método puede llevarse a cabo junto con la fabricación del sustrato de vidrio 12. En una modalidad, el sustrato de vidrio 12 puede formarse mediante el uso del conocido proceso de fabricación de vidrio flotado. En la Figura 3 se ilustra un ejemplo de un proceso de fabricación de vidrio flotado. En esta modalidad, el sustrato de vidrio también puede denominarse cinta de vidrio 38. Sin embargo, se apreciará que el método puede usarse aparte del proceso de fabricación de vidrio flotado o mucho después de la formación y el corte de la cinta de vidrio.

Se forma un recubrimiento 14 sobre el sustrato de vidrio 12. El recubrimiento 14 se forma directamente sobre una primera superficie principal 20 del sustrato de vidrio 12. Cuando el recubrimiento 14 se forma directamente sobre el sustrato de vidrio 12, no hay recubrimientos intermedios entre el recubrimiento 14 y el sustrato de vidrio 12. Una segunda superficie principal 22 del sustrato de vidrio 12 y un lado opuesto del artículo de vidrio recubierto 10 pueden no estar recubiertos.

En una modalidad, el recubrimiento 14 es pirolítico. Como se usa en la presente descripción, el término "pirolítico" puede referirse a un recubrimiento o una capa del mismo que se une químicamente a un sustrato de vidrio. Preferentemente, el recubrimiento 14 se forma mediante dos o más procesos de deposición química de vapor (CVD). En determinadas modalidades, cada proceso de CVD es un proceso de deposición dinámica. Así, en estas modalidades, el sustrato de vidrio 12 se mueve en el momento de formar el recubrimiento 14 encima del mismo o sobre el mismo. Preferentemente, el sustrato de vidrio 12 se mueve a una velocidad predeterminada de, por ejemplo, más de 3,175 m/min (125 pulgadas/min) a medida que se forma el recubrimiento 14. En una modalidad, el sustrato de vidrio 12 se mueve a una velocidad de entre 3,175 m/min (125 pulgadas/min) y 12,7 m/min (600 pulgadas/min) a medida que se forma el recubrimiento 14.

En determinadas modalidades, el sustrato de vidrio 12 se calienta. En modalidades en las que el sustrato 12 es una cinta de vidrio flotado, el recubrimiento 14 se aplica preferentemente en la zona calentada del proceso de fabricación de vidrio flotado. En una modalidad, la temperatura del sustrato de vidrio 12 es de aproximadamente 1100 °F (593 °C) o más cuando se forma un recubrimiento 14 sobre el mismo o directamente encima del mismo. En otra modalidad, la temperatura del sustrato de vidrio 12 está entre aproximadamente 1100 °F (593 °C) y 1400 °F (760 °C) cuando se forma el recubrimiento 14.

El recubrimiento 14 comprende una primera capa de recubrimiento 16 y una segunda capa de recubrimiento 18. En determinadas modalidades, el recubrimiento 14 consiste en las capas de recubrimiento 16, 18 mencionadas anteriormente. En estas modalidades, no hay capas intermedias entre la primera capa de recubrimiento 16 y la segunda capa de recubrimiento 18.

La primera capa de recubrimiento 16 se deposita sobre y, directamente sobre, la primera superficie principal 20 del sustrato de vidrio 12. Preferentemente, la primera capa de recubrimiento 16 se deposita sobre la primera superficie principal 20 del sustrato de vidrio 12 mientras la superficie está esencialmente a presión atmosférica. En esta modalidad, la primera capa de recubrimiento 16 se deposita mediante un proceso de deposición de vapor químico a presión atmosférica (APCVD). En determinadas modalidades, la primera capa de recubrimiento 16 es pirolítica.

Para proporcionar un artículo de vidrio recubierto 10 que exhiba la reflectancia de luz visible deseada, se prefiere que la primera capa de recubrimiento 16 tenga un índice de refracción de 3,0 o más. En determinadas modalidades, puede preferirse que la primera capa de recubrimiento 16 tenga un índice de refracción de 3,4-3,5. Cabe señalar que los valores del índice de refracción a los que se hace referencia en la presente descripción son para un valor promedio en 400-780 nanómetros (nm) del espectro electromagnético.

Preferentemente, en estas modalidades, la primera capa de recubrimiento 16 comprende silicio elemental (Si). Sin embargo, la primera capa de recubrimiento 16 puede comprender otros materiales que tengan un índice de refracción adecuado. Preferentemente, tales otros materiales también son dieléctricos. Cuando la primera capa de recubrimiento 16 comprende silicio elemental, la capa de silicio puede consistir esencialmente en silicio elemental. En estas modalidades, la capa de silicio puede incluir trazas de contaminantes, por ejemplo, carbono. Como se usa en la presente descripción, la frase "cantidad traza" es una cantidad de un componente de una capa de recubrimiento que no siempre puede determinarse cuantitativamente debido a su minuciosidad. Sin embargo, se prefiere que la capa de silicio esté esencialmente libre de contaminantes tales como carbono. El espesor de la primera capa de recubrimiento 16 es de 5-50 nm. Preferentemente, en estas modalidades, el espesor de la primera capa de recubrimiento 16 es de 10-30 nm. Con mayor preferencia, el espesor de la primera capa de recubrimiento 16 es de 10-25 nm.

La primera capa de recubrimiento 16 se deposita al formar una primera mezcla gaseosa. En determinadas modalidades, la primera mezcla gaseosa incluye al menos un compuesto reactivo (precursor) adecuado para formar la primera capa de recubrimiento esencialmente a presión atmosférica. Se prefiere que al menos un compuesto precursor adecuado para su uso en la mezcla gaseosa sea adecuado para su uso en un proceso de CVD. Tales compuestos pueden en algún momento ser un líquido o un sólido, pero son volátiles de manera que pueden

vaporizarse para su uso en la mezcla gaseosa. Una vez en estado gaseoso, al menos un compuesto precursor puede incluirse en una corriente gaseosa y usarse para depositar la primera capa de recubrimiento 16.

5 Cuando la primera capa de recubrimiento 16 comprende silicio elemental, la primera capa de recubrimiento 16 puede depositarse al formar una primera mezcla gaseosa que comprende un compuesto de silano. El compuesto de silano se proporciona al suministrar el compuesto de silano desde una fuente del compuesto de silano. En una modalidad, el compuesto de silano es monosilano (SiH_4). Sin embargo, otros compuestos de silano pueden ser adecuados para su uso en la deposición de la primera capa de recubrimiento 16.

10 La primera mezcla gaseosa también puede comprender un eliminador de radicales. Por lo tanto, también puede proporcionarse una fuente de un eliminador de radicales para suministrar el eliminador de radicales. En una modalidad, el eliminador de radicales es un gas hidrocarburo. Preferentemente, el gas hidrocarburo es etileno (C_2H_4) o propileno (C_3H_6).

15 Sin embargo, se prefiere que la primera capa de recubrimiento esté esencialmente libre de contaminantes como, por ejemplo, carbono. Por lo tanto, en determinadas modalidades, se prefiere que no se proporcione un eliminador de radicales en la primera mezcla gaseosa. En estas modalidades, la primera mezcla gaseosa puede comprender el compuesto de silano y el gas inerte. En determinadas modalidades, la primera mezcla gaseosa puede consistir esencialmente en el compuesto de silano y gas inerte. El gas inerte puede usarse como gas diluyente o portador. 20 Los gases inertes adecuados para su inclusión en la primera mezcla gaseosa incluyen nitrógeno (N_2), helio (He) y mezclas de los mismos.

25 El compuesto de silano se mezcla con gas inerte para formar la primera mezcla gaseosa. En determinadas modalidades, la primera mezcla gaseosa se suministra a través de un primer aparato de recubrimiento y se descarga desde el primer aparato de recubrimiento mediante el uso de uno o más haces distribuidores de gas. Preferentemente, la primera mezcla gaseosa se forma antes de suministrarse a través del primer aparato de recubrimiento. Por ejemplo, los compuestos de silano y gas inerte pueden mezclarse en una línea de suministro conectada a una entrada del primer aparato de recubrimiento. En otras modalidades, la mezcla gaseosa puede formarse dentro del primer aparato de recubrimiento.

30 Preferentemente, el primer aparato de recubrimiento se extiende transversalmente a través del sustrato de vidrio y se proporciona a una distancia predeterminada por encima del mismo. El aparato de recubrimiento está preferentemente localizado en, al menos, una localización predeterminada. Cuando el método se usa junto con el proceso de fabricación de vidrio flotado, el aparato de recubrimiento se proporciona preferentemente dentro de la sección del baño de flotación del mismo. Sin embargo, el aparato de recubrimiento puede proporcionarse en el 35 horno de recocido, y/o en el espacio vacío entre el baño de flotación y el horno de recocido.

40 La primera mezcla gaseosa se suministra a una ubicación por encima de la primera superficie principal 20 del sustrato de vidrio 12. La primera mezcla gaseosa se dirige hacia y a lo largo del sustrato de vidrio. El uso del primer aparato de recubrimiento ayuda a suministrar la primera mezcla gaseosa a una ubicación por encima del sustrato de vidrio 12 y dirigir la primera mezcla gaseosa hacia y a lo largo del sustrato de vidrio. Preferentemente, la primera mezcla gaseosa se dirige hacia y a lo largo del sustrato de vidrio en un flujo laminar.

45 La primera mezcla gaseosa reacciona en o cerca del sustrato de vidrio para depositar la primera capa de recubrimiento sobre el mismo. El uso de las modalidades de la primera mezcla gaseosa descrita anteriormente da como resultado la deposición de una capa de recubrimiento de alta calidad sobre el sustrato de vidrio. En particular, la primera capa de recubrimiento exhibe una excelente uniformidad del espesor del recubrimiento y puede depositarse a velocidades de deposición comercialmente viables.

50 La segunda capa de recubrimiento 18 se deposita sobre y directamente sobre la primera capa de recubrimiento 16. Cuando la segunda capa de recubrimiento 18 se deposita directamente sobre la primera capa de recubrimiento 16, no hay capas intermedias entre la primera capa de recubrimiento 16 y la segunda capa de recubrimiento 18. La segunda capa de recubrimiento 18 es la capa de recubrimiento más exterior del artículo de vidrio recubierto 10. En estas modalidades, la segunda capa de recubrimiento 18 define una superficie exterior 24 del artículo de vidrio 55 recubierto 10.

La segunda capa de recubrimiento 18 comprende un material dieléctrico. Además, para proporcionar un artículo de vidrio recubierto 10 que exhiba la reflectancia de luz visible deseada, se prefiere que la segunda capa de recubrimiento 18 tenga un índice de refracción menor que el índice de refracción de la primera capa de recubrimiento 16. En determinadas modalidades, el índice de refracción de la segunda capa de recubrimiento es 1,6 60 o menos. En estas modalidades, se prefiere que la segunda capa de recubrimiento 18 comprenda dióxido de silicio (SiO_2). El dióxido de silicio es un material preferido porque es dieléctrico y tiene un índice de refracción de aproximadamente 1,46. En algunas modalidades, la segunda capa de recubrimiento 18 consiste esencialmente en dióxido de silicio.

Preferentemente, la segunda capa de recubrimiento 18 es pirolítica. El espesor de la segunda capa de recubrimiento 18 es de 5-50 nm. Preferentemente, para estas modalidades, el espesor de la segunda capa de recubrimiento 18 es de 10-50 nm.

La segunda capa de recubrimiento 18 se deposita al formar una segunda mezcla gaseosa. En determinadas modalidades, la segunda mezcla gaseosa incluye compuestos precursores adecuados para formar la segunda capa de recubrimiento 18 esencialmente a presión atmosférica. Se prefiere que los compuestos precursores adecuados para usar en la segunda mezcla gaseosa sean adecuados para usar en un proceso de CVD. Tales compuestos pueden en algún momento ser un líquido o un sólido, pero son volátiles de manera que pueden vaporizarse para su uso en la segunda mezcla gaseosa. Una vez en estado gaseoso, los compuestos precursores pueden incluirse en una corriente gaseosa y usarse para formar la segunda capa de recubrimiento 18.

La segunda mezcla gaseosa comprende un compuesto de silano. La segunda mezcla gaseosa también comprende un eliminador de radicales y oxígeno molecular (O_2). Preferentemente, la segunda mezcla gaseosa consiste esencialmente en el compuesto de silano, eliminador de radicales y oxígeno molecular. Además, en algunas modalidades, la segunda mezcla gaseosa puede comprender un compuesto que contiene oxígeno. En una de tales modalidades, la segunda mezcla gaseosa consiste esencialmente en el compuesto de silano, el eliminador de radicales, el oxígeno molecular y un compuesto que contiene oxígeno.

En una modalidad, el compuesto de silano es monosilano (SiH_4). Sin embargo, otros compuestos de silano son adecuados para su uso en la deposición de la segunda capa de recubrimiento 18. Por ejemplo, el disilano (Si_2H_6) es un compuesto de silano adecuado para su uso en la deposición de la segunda capa de recubrimiento 18.

El compuesto de silano usado en la segunda mezcla gaseosa puede ser pirofórico. Cuando se añade oxígeno molecular solo a la segunda mezcla gaseosa, que comprende un compuesto de silano pirofórico, se produce dióxido de silicio. Sin embargo, el dióxido de silicio se produce a velocidades inaceptablemente altas y puede resultar en una reacción explosiva. Los métodos conocidos para evitar tal reacción dan como resultado la deposición de recubrimientos a velocidades muy bajas, comercialmente poco prácticas. Los métodos conocidos también están limitados en la cantidad de compuesto de silano y oxígeno que puede contener la mezcla gaseosa, ya que una concentración demasiado alta da como resultado una reacción en fase gaseosa de los elementos y no se produce una capa de recubrimiento. Por lo tanto, se prefiere que la segunda mezcla gaseosa incluya el eliminador de radicales.

La presencia del eliminador de radicales permite que el compuesto de silano se mezcle con oxígeno molecular y/o un compuesto que contiene oxígeno sin sufrir ignición ni reacción prematura a las temperaturas de funcionamiento. El eliminador de radicales además proporciona control y permite la optimización de la cinética de la reacción por encima, cerca y/o sobre el sustrato de vidrio 12. En una modalidad, el eliminador de radicales es un gas hidrocarburo. Preferentemente, el gas hidrocarburo es etileno (C_2H_4) o propileno (C_3H_6).

El oxígeno molecular puede proporcionarse como parte de una composición gaseosa tal como el aire o en una forma sustancialmente purificada. En modalidades en las que la segunda mezcla gaseosa comprende un compuesto que contiene oxígeno, se prefiere que el compuesto que contiene oxígeno sea vapor de agua (H_2O). En una modalidad, la segunda mezcla gaseosa comprende tanto oxígeno molecular como vapor de agua. En esta modalidad, la segunda mezcla gaseosa puede comprender más vapor de agua que oxígeno molecular.

La segunda mezcla gaseosa también puede comprender uno o más gases inertes usados como gas diluyente o portador. Los gases inertes adecuados incluyen nitrógeno (N_2), helio (He) y mezclas de los mismos. Por lo tanto, pueden proporcionarse fuentes de uno o más gases inertes, desde las cuales pueden extenderse líneas de suministro separadas.

En una modalidad, la segunda mezcla gaseosa se forma al mezclar el compuesto de silano, el eliminador de radicales y el oxígeno molecular. En algunas modalidades, la segunda mezcla gaseosa se forma al mezclar el compuesto de silano, el eliminador de radicales, el oxígeno molecular y el compuesto que contiene oxígeno. En determinadas modalidades, después de mezclar, la segunda mezcla gaseosa se suministra a través de un segundo aparato de recubrimiento y se descarga desde el segundo aparato de recubrimiento mediante el uso de uno o más haces distribuidores de gas. Preferentemente, la segunda mezcla gaseosa se forma antes de suministrarse a través del segundo aparato de recubrimiento. Por ejemplo, el compuesto de silano, el oxígeno molecular y el eliminador de radicales pueden mezclarse en una línea de suministro conectada a una entrada del segundo aparato de recubrimiento. En otras modalidades, la segunda mezcla gaseosa puede formarse dentro del segundo aparato de recubrimiento.

La segunda mezcla gaseosa se suministra a una ubicación por encima de la primera capa de recubrimiento 16. La segunda mezcla gaseosa se dirige hacia y a lo largo del sustrato de vidrio 12. El uso del segundo aparato de recubrimiento ayuda a suministrar la segunda mezcla gaseosa a una ubicación por encima de la primera capa de recubrimiento 16 y a dirigir la segunda mezcla gaseosa hacia y a lo largo del sustrato de vidrio 12. Preferentemente, la segunda mezcla gaseosa se dirige hacia y a lo largo del sustrato de vidrio 12 en un flujo laminar.

La segunda mezcla gaseosa reacciona en o cerca del sustrato de vidrio 12 para formar la segunda capa de recubrimiento 18 sobre el mismo. El uso de las modalidades de la segunda mezcla gaseosa descrita anteriormente da como resultado la deposición de una capa de recubrimiento de alta calidad sobre el sustrato de vidrio 12 y la primera capa de recubrimiento 16. En particular, la segunda capa de recubrimiento 18 exhibe una excelente uniformidad del espesor del recubrimiento.

Las modalidades del método descrito anteriormente proporcionan un artículo de vidrio recubierto 10 que es altamente reflectante. La alta reflectividad exhibida por el artículo de vidrio recubierto 10 permite que una pantalla tal como, por ejemplo, un televisor de pantalla plana quede oculta por la reflectancia y la apariencia de espejo del artículo de vidrio recubierto 10 cuando la pantalla no está en uso. Además, cuando la pantalla está en uso, una imagen de pantalla es visible a través del artículo de vidrio recubierto 10 y la calidad de la imagen de pantalla visible a través del artículo 10 es brillante y nítida bajo un amplio espectro de condiciones de luz ambiental. En algunas modalidades, puede preferirse que el recubrimiento 14 mire hacia afuera y lejos de la pantalla.

La reflectividad del artículo de vidrio recubierto se discutirá más abajo con respecto a su reflectancia de luz visible total. Para describir el artículo de vidrio recubierto 10, la reflectancia de luz visible total se referirá al porcentaje de luz visible reflejada desde el artículo de vidrio recubierto 10 medida desde el lado 26 del artículo de vidrio recubierto 10 que tiene el recubrimiento 14 formado en la superficie del sustrato de vidrio 12 (lado recubierto). Además, para describir el artículo de vidrio recubierto 10, la transmitancia de luz visible total se referirá al porcentaje de luz visible que pasa a través del artículo de vidrio recubierto 10 medido desde el lado recubierto 26 del artículo de vidrio recubierto 10. La reflectancia de luz visible total y la transmitancia de luz visible total se describirán en la presente descripción de acuerdo con el sistema de escala de color CIELAB que usa el Iluminante D65, observador de diez grados.

Ventajosamente, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 45 % o más. Preferentemente, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 50 % o más. En determinadas modalidades, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 60 % o más. Preferentemente, en estas modalidades, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 65 % o más. En estas modalidades, el artículo de vidrio recubierto 10 puede exhibir una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 75 % o menos. Así, por ejemplo, el artículo de vidrio recubierto 10 puede exhibir una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 45-75 %. La reflectancia de luz visible total puede medirse con un espectrofotómetro disponible en el mercado, tal como el Perkin Elmer Lambda 950.

Además, en una modalidad, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 40 % o menos. Preferentemente, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 35 % o menos. En determinadas modalidades, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 30 % o menos. En modalidades adicionales, el artículo de vidrio recubierto 10 puede exhibir una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 25 % o menos. En estas modalidades, el artículo de vidrio recubierto 10 puede exhibir una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de al menos 20 %. Así, por ejemplo, el artículo de vidrio recubierto 10 puede exhibir una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 20-40 %. La transmitancia de luz visible total puede medirse mediante el uso de un espectrofotómetro disponible comercialmente tal como el Perkin Elmer Lambda 950.

El artículo de vidrio recubierto 10 también puede exhibir otras propiedades que son ventajosas. Por ejemplo, también debe tenerse en cuenta que el artículo de vidrio recubierto 10 no solo exhibe una alta reflectancia total de la luz visible, sino que también puede exhibir un color neutro para la luz visible reflejada desde el lado recubierto 26 del artículo de vidrio recubierto 10 cuando se ve a un ángulo de 90 grados incidente con el artículo de vidrio recubierto 10. El color de la luz visible reflejada desde el lado recubierto 26 del artículo de vidrio recubierto 10 puede denominarse en la presente descripción como "color reflejado". El color reflejado se describirá en la presente descripción de acuerdo con el sistema de escala de color CIELAB mediante el uso del Iluminante D65, observador de diez grados. El color reflejado puede medirse con un espectrofotómetro comercialmente disponible, tal como el Perkin Elmer Lambda 950. Además, con el propósito de describir las modalidades del artículo de vidrio recubierto 10 descrito en la presente descripción, un color neutro para la luz visible reflejada desde el lado recubierto 26 del artículo de vidrio recubierto 10 tiene un valor a^* (Iluminante D65, observador de diez grados) en el intervalo de -6 a 6 y un valor b^* (Iluminante D65, observador de diez grados) en el intervalo de -6 a 6.

Preferentemente, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe un color reflejado en un intervalo de aproximadamente -4 a 3 para el valor a^* (Iluminante D65, observador de diez grados) y un intervalo de aproximadamente -3 a 3 para el valor b^* (Iluminante D65, observador de diez grados). Con mayor preferencia, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe un color reflejado en un intervalo de aproximadamente -3 a 3 para el valor a^* (Iluminante D65, observador de diez grados) y un intervalo de aproximadamente -3 a 3 para el valor b^* (Iluminante D65, observador de diez grados). En estas modalidades, se prefiere que el artículo de vidrio recubierto 10 exhiba un color reflejado en el que el valor

a* sea negativo y el valor b* sea positivo. Debe apreciarse que un valor negativo de a* indica un tono de color verde y un valor negativo de b* indica un tono de color amarillo para el color reflejado exhibido por el artículo de vidrio recubierto 10.

- 5 Además, el artículo de vidrio recubierto 10 puede exhibir un valor de opacidad bajo. Como se analiza en la presente descripción, el término "opacidad" se refiere al porcentaje de luz visible incidente que se dispersa al pasar a través del artículo de vidrio recubierto 10. Además, como se analiza en la presente descripción, la opacidad exhibida por el artículo de vidrio recubierto 10 se mide desde el lado recubierto 26 del artículo de vidrio recubierto 10. En una modalidad, el artículo de vidrio recubierto 10 puede presentar una opacidad de 0,5 % o menos. Preferentemente, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una opacidad de 0,4 % o menos. En algunas modalidades, la opacidad exhibida por el artículo de vidrio recubierto 10 es de 0,1-0,4 %. La opacidad exhibida por el artículo de vidrio recubierto 10 puede medirse mediante el uso de un medidor de opacidad disponible en el mercado tal como el BYK-Gardner haze-gard plus.
- 10
- 15 En determinadas modalidades, el artículo de vidrio recubierto 10 puede usarse en un dispositivo electrónico de pantalla táctil. El dispositivo electrónico de pantalla táctil puede ser de la variedad táctil capacitiva proyectada, óptica o infrarroja. Cuando el artículo de vidrio recubierto 10 se usa en un dispositivo electrónico de pantalla táctil, el artículo de vidrio recubierto 10 se proporciona en el dispositivo de manera que el recubrimiento 14 mira hacia afuera del dispositivo y, cuando el dispositivo electrónico de pantalla táctil está en uso, el usuario controla el dispositivo al tocar el recubrimiento 14. En estas modalidades, se prefiere que el artículo de vidrio recubierto 10 exhiba una alta resistencia de la lámina. En una modalidad de este tipo, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una resistencia de la lámina de, por ejemplo, más de $1,0 \times 10^{10}$ ohm/sq. Preferentemente, el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe una resistencia de la lámina de $1,0 \times 10^{12}$ ohm/sq o más. El artículo de vidrio recubierto exhibe una resistencia de la lámina de, por ejemplo, más de $1,0 \times 10^{10}$ ohm/sq mediante la selección apropiada de la composición y espesor de cada una de la primera capa de recubrimiento y la segunda capa de recubrimiento. La resistencia de la lámina exhibida por el artículo de vidrio recubierto 10 se mide en el lado recubierto 26 del artículo de vidrio recubierto 10. La resistencia de la lámina exhibida por el artículo de vidrio recubierto 10 puede medirse mediante el uso de un método de sonda de 4 puntos y una sonda de 4 puntos disponible comercialmente.
- 20
- 25
- 30 Además, en determinadas modalidades fuera del alcance de la invención tal como, por ejemplo, cuando el artículo de vidrio recubierto 10 se usa en un dispositivo electrónico de pantalla táctil, el artículo de vidrio recubierto 10 puede comprender una tercera capa de recubrimiento 28. Con referencia ahora a la Figura 2, la tercera capa de recubrimiento 28 se deposita sobre y, preferentemente, directamente sobre la segunda capa de recubrimiento 18. Cuando la tercera capa de recubrimiento 28 se deposita directamente sobre la segunda capa de recubrimiento 18, no hay capas intermedias entre la segunda capa de recubrimiento 18 y la tercera capa de recubrimiento 28. En estas modalidades, la tercera capa de recubrimiento 28 puede ser la capa de recubrimiento más exterior del artículo de vidrio recubierto 10. En estas modalidades, la tercera capa de recubrimiento 28 puede definir la superficie exterior 24 del artículo de vidrio recubierto 10.
- 35
- 40 En determinadas modalidades, la tercera capa de recubrimiento 28 puede usarse para permitir que el artículo de vidrio recubierto 10 exhiba propiedades hidrofóbicas y/o oleofóbicas.

Ventajosamente, cuando el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe propiedades hidrofóbicas, el artículo de vidrio recubierto 10 repele el agua y resiste la suciedad. Cuando el artículo de vidrio recubierto 10 exhibe propiedades oleofóbicas, el artículo de vidrio recubierto 10 resiste el depósito de aceite y huellas dactilares sobre el artículo de vidrio recubierto 10. En estas modalidades, la tercera capa de recubrimiento 28 puede comprender silicio, oxígeno y flúor. En una modalidad de este tipo, la tercera capa de recubrimiento 28 comprende óxido de silicio y flúor. En estas modalidades, la tercera capa de recubrimiento 28 puede depositarse mediante el uso de un compuesto de fluorosilano o un compuesto de fluoroalquilsilano. Cuando se proporciona la tercera capa de recubrimiento 28, la tercera capa de recubrimiento 28 puede depositarse con un espesor de 50 nm o menos. En determinadas modalidades, se prefiere que el espesor de la tercera capa de recubrimiento 28 sea de 5-10 nm. En estas modalidades, la tercera capa de recubrimiento 28 puede depositarse mediante el uso de, por ejemplo, un proceso de deposición por pulverización catódica o un proceso de deposición en solución tal como, por ejemplo, un proceso de inmersión o un proceso de centrifugado. Sin embargo, la tercera capa de recubrimiento 28 puede depositarse mediante el uso de otros procesos de deposición.

45

50

55

Como se discutió anteriormente, el recubrimiento 14 puede formarse junto con la fabricación del sustrato de vidrio 12 en el conocido proceso de fabricación de vidrio flotado. El proceso de fabricación de vidrio flotado típicamente se lleva a cabo mediante el uso de una instalación de vidrio flotado tal como la instalación 30 representada en la Figura 3. Sin embargo, debe entenderse que la instalación de vidrio flotado 30 descrita en la presente descripción es solo ilustrativa de tales instalaciones.

60

Como se ilustra en la Figura 3, la instalación de vidrio flotado 30 puede comprender una sección de canal 32 a lo largo de la cual se suministra vidrio fundido 34 desde un horno de fusión a una sección del baño de flotación 36 en donde se forma el sustrato de vidrio. En esta modalidad, el sustrato de vidrio se denominará cinta de vidrio 38. La

65

cinta de vidrio 38 es un sustrato preferible sobre el que se forma el recubrimiento. Sin embargo, se apreciará que el sustrato de vidrio no se limita a ser una cinta de vidrio.

La cinta de vidrio 38 avanza desde la sección de baño 36 a través de un horno de recocido adyacente 40 y una sección de enfriamiento 42. La sección del baño de flotación 36 incluye: una sección inferior 44 dentro de la cual está contenido un baño de estaño fundido 46, un techo 48, paredes laterales opuestas (no representadas) y paredes terminales 50, 52. El techo 48, las paredes laterales y las paredes terminales 50, 52 juntos definen un recinto 54, en el que se mantiene una atmósfera no oxidante para evitar la oxidación del estaño fundido 46.

En la operación, el vidrio fundido 34, fluye a lo largo del canal 32 debajo de una pinza reguladora 56 y hacia abajo sobre la superficie del baño de estaño 46 en cantidades controladas. En la superficie del estaño fundido, el vidrio fundido 34 se extiende lateralmente bajo las influencias de la gravedad y la tensión superficial, así como también determinadas influencias mecánicas, y avanza a través del baño de estaño 46 para formar la cinta de vidrio 38. La cinta de vidrio 38 se retira de la sección del baño 36 sobre los rodillos de extracción 58 y, a continuación, se transporta a través del horno de recocido 40 y la sección de enfriamiento 42 sobre rodillos alineados. La deposición del recubrimiento 14 tiene lugar preferentemente en la sección del baño de flotación 36, aunque es posible que la deposición tenga lugar más adelante a lo largo de la línea de producción de vidrio, por ejemplo, en el espacio 60 entre el baño de flotación 36 y el horno de recocido 40, o en el horno de recocido 40.

Como se ilustra en la Figura 3, se muestran dos aparatos de recubrimiento 62, 64 dentro de la sección del baño de flotación 36. El recubrimiento 14 puede formarse mediante el uso de los aparatos de recubrimiento 62, 64 con cada aparato de recubrimiento usado para depositar una de las capas de recubrimiento 16, 18. Por ejemplo, en una modalidad, la primera capa de recubrimiento 16 se deposita mediante el uso del primer aparato de recubrimiento 62. En esta modalidad, la segunda capa de recubrimiento 22 se deposita mediante el uso del segundo aparato de recubrimiento 64.

En la sección del baño de flotación 36 se mantiene una atmósfera no oxidante adecuada, generalmente nitrógeno o una mezcla de nitrógeno e hidrógeno en la que predomina el nitrógeno para evitar la oxidación del estaño fundido 46 que comprende el baño de flotación. El gas de la atmósfera se admite a través de conductos 70 acoplados operativamente a un colector de distribución 72. El gas no oxidante se introduce a una velocidad suficiente para compensar las pérdidas normales y mantener una ligera presión positiva, del orden de entre aproximadamente 0,001 y aproximadamente 0,01 atmósferas por encima de la presión atmosférica ambiental, para evitar la infiltración de la atmósfera exterior. Para los fines de la descripción de la invención, se considera que el intervalo de presión indicado anteriormente constituye la presión atmosférica normal.

Preferentemente, el recubrimiento 14 se forma esencialmente a presión atmosférica. Por lo tanto, la presión de la sección del baño de flotación 36, el horno de recocido 40 y/o en el espacio 60 entre el baño de flotación 36 y el horno de recocido 40 puede ser esencialmente la presión atmosférica.

El calor para mantener el régimen de temperatura deseado en la sección del baño de flotación 36 y el recinto 54 se proporciona por calentadores radiantes 74 dentro del recinto 54. La atmósfera dentro del horno 40 es típicamente aire atmosférico, ya que la sección de enfriamiento 42, no está cerrada y, por lo tanto, la cinta de vidrio 38 está abierta a la atmósfera ambiental. La cinta de vidrio 38, subsecuentemente, se deja enfriar hasta temperatura ambiente. Para enfriar la cinta de vidrio 38, los ventiladores 76 en la sección de enfriamiento 42 pueden dirigir el aire ambiental contra la cinta de vidrio 38. También pueden proporcionarse calentadores (no mostrados) dentro del horno de recocido 40, para provocar que la temperatura de la cinta de vidrio 38 se reduzca gradualmente de acuerdo con un régimen predeterminado a medida que se transporta a través del mismo.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos se presentan únicamente con el propósito de ilustrar y revelar más las modalidades del método para fabricar el artículo de vidrio recubierto.

Los ejemplos de artículos de vidrio recubierto dentro del alcance de la invención se describen más abajo y se ilustran en la TABLA 1. En la TABLA 1, los artículos de vidrio recubierto dentro del alcance de la invención son Ex 1-Ex 4. Un ejemplo comparativo, que no se considera parte de la invención, también se describe más abajo y se ilustra en la TABLA 1.

El ejemplo comparativo se designa como C1 en la TABLA 1. Las siguientes condiciones experimentales son aplicables a C1. Para C1, se depositó un recubrimiento sobre una primera superficie principal de un sustrato de vidrio a medida que el sustrato de vidrio se formaba y se movía junto con el proceso de fabricación de vidrio flotado. El sustrato de vidrio era de una composición de soda-cal-sílice. El recubrimiento se formó al depositar una primera capa de recubrimiento, una segunda capa de recubrimiento, una tercera capa de recubrimiento y una cuarta capa de recubrimiento. Cada capa de recubrimiento se formó mediante el uso de un proceso de APCVD.

Para C1, la primera capa de recubrimiento fue pirolítica y comprendía óxido de estaño y se depositó con un espesor de 29,7 nm. La primera capa de recubrimiento se depositó directamente sobre la primera superficie principal del sustrato de vidrio. Después de depositar la primera capa de recubrimiento, la segunda capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 84,4 nm. La segunda capa de recubrimiento era pirolítica y comprendía dióxido de silicio. La segunda capa de recubrimiento se depositó directamente sobre la primera capa de recubrimiento. Después de depositar la segunda capa de recubrimiento, la tercera capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 29,8 nm. La tercera capa de recubrimiento era pirolítica y comprendía óxido de estaño. La tercera capa de recubrimiento se depositó directamente sobre la segunda capa de recubrimiento. Después de depositar la tercera capa de recubrimiento, la cuarta capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 35,8 nm. La cuarta capa de recubrimiento era dióxido de titanio compuesto pirolítico. La cuarta capa de recubrimiento se depositó directamente sobre la tercera capa de recubrimiento. Así, el artículo de vidrio recubierto de C1 tenía una disposición de vidrio/SnO₂/SiO₂/SnO₂/TiO₂.

Las siguientes condiciones experimentales son aplicables a Ej 1-Ej 4. Para Ej 1-Ej 4, se depositó un recubrimiento sobre una primera superficie principal de un sustrato de vidrio mientras el sustrato de vidrio se formaba y se movía junto con el proceso de fabricación de vidrio flotado. El sustrato de vidrio era de una composición de soda-cal-sílice. El recubrimiento se formó al depositar una primera capa de recubrimiento y una segunda capa de recubrimiento. Cada capa de recubrimiento se formó mediante el uso de un proceso de APCVD.

Para Ej 1-Ej 4, la primera capa de recubrimiento era pirolítica y comprendía silicio elemental. Para Ej 1-Ej 4, la primera capa de recubrimiento se depositó al formar una primera mezcla gaseosa. Para Ej 1-Ej 4, cada primera mezcla gaseosa comprendía monosilano (SiH₄) y gas inerte. Para el Ej 1, el porcentaje molar (% en moles) de monosilano en la primera mezcla gaseosa fue 1,4, con el resto de la mezcla gaseosa que comprende gas inerte. Para el Ej 2, la primera mezcla gaseosa comprendía 2,5 % en moles de monosilano y el resto de la mezcla gaseosa que comprende gas inerte. Para el Ej 3, la primera mezcla gaseosa comprendía 2,5 % en moles de monosilano con el resto de la mezcla gaseosa que comprende gas inerte. Para el Ej 4, la primera mezcla gaseosa comprendía 1,4 % en moles de monosilano con el resto de la mezcla gaseosa que comprende gas inerte. Para cada uno de los Ej 1-Ej 4, el monosilano y el gas inerte se mezclaron para formar la primera mezcla gaseosa. Cada primera mezcla gaseosa se alimentó a través de un aparato de recubrimiento antes de suministrarse a una ubicación por encima de una primera superficie principal de un sustrato de vidrio respectivo de Ej 1-Ej 4.

Cada primera capa de recubrimiento se depositó directamente sobre la primera superficie principal del sustrato de vidrio respectivo. Para el Ej 1, la primera capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 16 nm. Para el Ej 2, la primera capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 22 nm. Para el Ej 3, la primera capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 21,6 nm. Para el Ej 4, la primera capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 16,3 nm. La primera capa de recubrimiento se depositó directamente sobre la primera superficie principal del sustrato de vidrio.

Después de depositar la primera capa de recubrimiento, se depositó la segunda capa de recubrimiento. La segunda capa de recubrimiento era pirolítica y comprendía dióxido de silicio. Para Ej 1-Ej 4, la segunda capa de recubrimiento se depositó al formar una segunda mezcla gaseosa. Para cada uno de los Ej 1-Ej 4, la segunda mezcla gaseosa comprendía monosilano (SiH₄), oxígeno molecular (O₂), etileno (C₂H₄) y gas inerte. Para el Ej 1, la segunda mezcla gaseosa comprendía 0,16 % en moles de monosilano, 0,7 % en moles de oxígeno molecular y 1,0 % en moles de etileno, con el resto de la mezcla gaseosa que comprende gas inerte. Para el Ej 2, la segunda mezcla gaseosa comprendía 0,4 % en moles de monosilano, 1,6 % en moles de oxígeno molecular y 2,4 % en moles de etileno, con el resto de la mezcla gaseosa que comprende gas inerte. Para el Ej 3, la segunda mezcla gaseosa comprendía 0,35 % en moles de monosilano, 1,4 % en moles de oxígeno molecular y 2,1 % en moles de etileno, con el resto de la mezcla gaseosa que comprende gas inerte. Para el Ej 4, la segunda mezcla gaseosa comprendía 0,2 % en moles de monosilano, 0,8 % en moles de oxígeno molecular y 1,2 % en moles de etileno, con el resto de la mezcla gaseosa que comprende gas inerte. Para cada uno de los Ej 1-Ej 4, los compuestos precursores y el gas inerte se mezclaron para formar la segunda mezcla gaseosa. Cada segunda mezcla gaseosa se alimentó a través de un aparato de recubrimiento antes de suministrarse a una ubicación por encima de una primera capa de recubrimiento respectiva de Ej 1-Ej 4.

Cada segunda capa de recubrimiento se depositó directamente sobre la respectiva primera capa de recubrimiento. Para el Ej 1, la segunda capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 32,4 nm. Para el Ej 2, la segunda capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 14,2 nm. Para el Ej 3, la segunda capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 20,9 nm. Para el Ej 4, la segunda capa de recubrimiento se depositó con un espesor de 38,9 nm. Así, los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 son de una disposición vidrio/Si/SiO₂.

Los espesores de las capas de recubrimiento de Ej 1-Ej 4 y C1, que se informan anteriormente, se calcularon mediante modelado óptico. La opacidad, la transmitancia de luz visible total (Tvis) (Iluminante D65, observador de diez grados), la reflectancia de luz visible total (Rf) (Iluminante D65, observador de diez grados) y el color reflejado (Ra*, Rb*) (Iluminante D65, observador de diez grados) de los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-j 4 y C1 se informan en la TABLA 1. La opacidad se midió en el lado recubierto de cada artículo de vidrio recubierto mediante el uso de un BYK-Gardner haze-gard plus y se expresa como un porcentaje. La transmitancia de luz visible total se

midió en el lado recubierto de cada artículo de vidrio recubierto mediante el uso de un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 950 y se expresa como un porcentaje. La reflectancia total de la luz visible y el color reflejado se midieron en el lado recubierto de cada artículo de vidrio recubierto mediante el uso de un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 950. La reflectancia de luz visible total se expresa como un porcentaje.

TABLA 1

Ejemplos	Opacidad	Tvis	Rf	Ra*	Rb*
C1	0,84	52,5	44,6	-7,8	-2,8
Ej 1	0,36	34,2	52,9	-2,98	-1,95
Ej 2	0,35	22,3	66,6	-2,39	0,10
Ej 3	0,35	30,3	62,6	-3,85	-0,54
Ej 4	0,31	39,3	53,1	-3,58	-0,31

Como se muestra en la TABLA 1, los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 exhiben propiedades de reflectancia mejoradas en comparación con el artículo de vidrio recubierto de C1. Por ejemplo, los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 exhibieron cada uno una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de más de 45 %. En marcado contraste, el artículo de vidrio recubierto de C1 exhibió una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de menos de 45 %. De hecho, cada uno de los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 exhibió una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de más de 50 % y el artículo de vidrio recubierto de Ej 2 exhibió una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de más de 65 %. También debe señalarse que los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 exhibieron un color neutro para la luz visible reflejada desde el lado recubierto de cada artículo de vidrio recubierto.

Además, el método para fabricar los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 exhibió otras propiedades ventajosas. Por ejemplo, los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 solo requerían una primera mezcla gaseosa para depositar la primera capa de recubrimiento y una segunda mezcla gaseosa para depositar la segunda capa de recubrimiento. Por tanto, los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 son menos costosos y complejos de fabricar que el artículo de vidrio recubierto de C1, que requería cuatro mezclas gaseosas. Además, el método para fabricar los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 permitió que cada artículo de vidrio recubierto exhibiera una opacidad por debajo de 0,4 %. En marcado contraste, el método usado para fabricar el artículo de vidrio recubierto de C1 dio como resultado un artículo de vidrio recubierto que exhibía una opacidad de 0,84 %. Además, cada uno de los artículos de vidrio recubierto de Ej 1-Ej 4 exhibió resistencias de las láminas que les permitirían usarse en dispositivos de pantalla táctil capacitiva proyectada. Por ejemplo, el artículo de vidrio recubierto del Ej 3 exhibió una resistencia de la lámina de $3,04 \times 10^{12}$ ohm/sq y el artículo de vidrio recubierto del Ej 4 exhibió una resistencia de la lámina de $1,22 \times 10^{13}$ ohm/sq. Las resistencias de las láminas notificadas para los artículos de vidrio recubierto del Ej 3 y el artículo de vidrio recubierto del Ej 4 se midieron en el lado recubierto de cada artículo de vidrio recubierto mediante el uso de un método de sonda de 4 puntos y una sonda de 4 puntos comercialmente disponible.

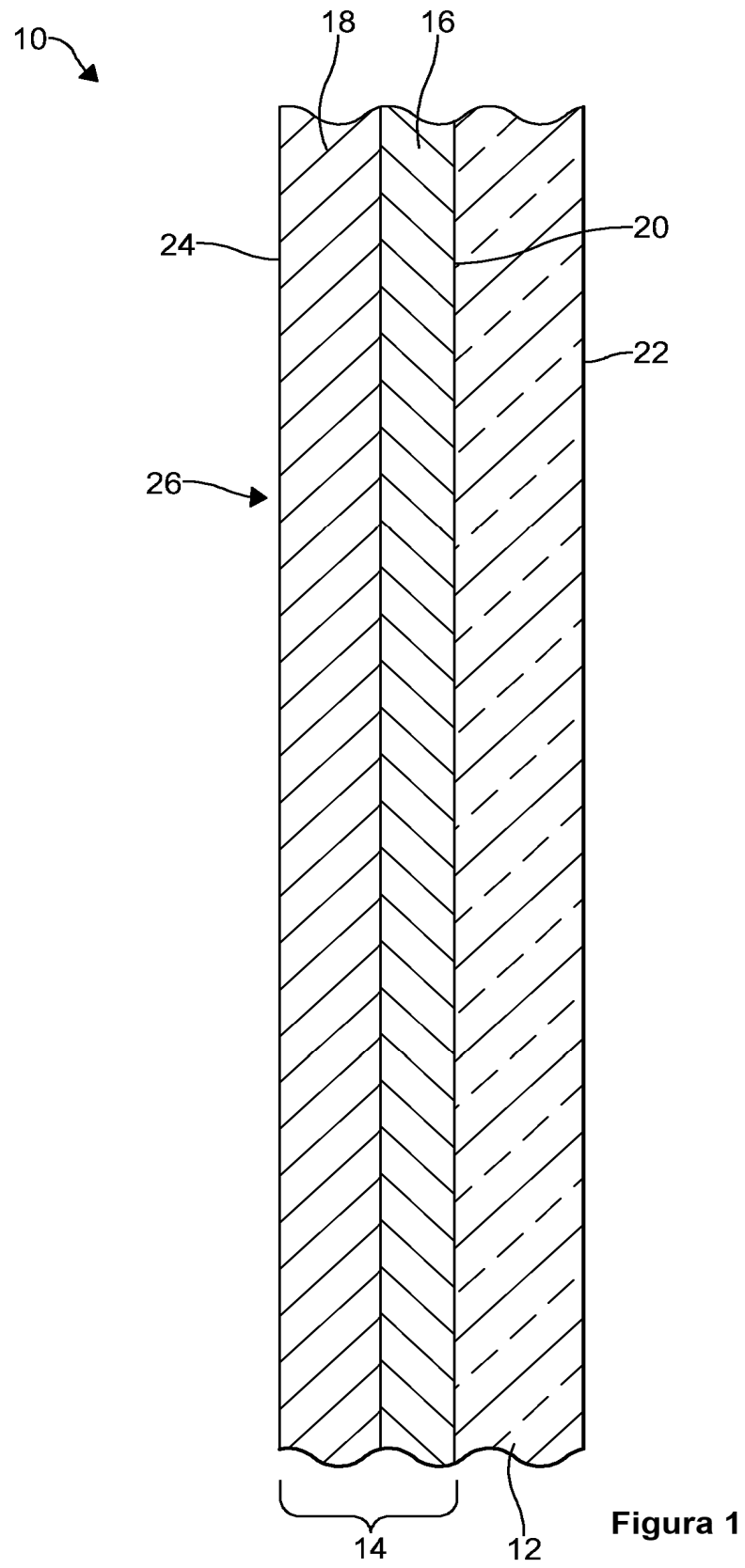
La descripción anterior se considera únicamente como ilustrativa de los principios de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar un artículo de vidrio recubierto reflectante que comprende:
 - 5 proporcionar un sustrato de vidrio;
 formar una primera mezcla gaseosa que comprende un compuesto de silano y gas inerte y suministrar la primera mezcla gaseosa a un lugar por encima de una superficie principal del sustrato de vidrio para depositar una primera capa de recubrimiento directamente sobre la superficie principal del sustrato de vidrio, en donde la primera capa de recubrimiento se deposita con un espesor de 5-50 nm; y
 - 10 formar una segunda mezcla gaseosa que comprende un compuesto de silano, oxígeno molecular y un eliminador de radicales, y suministrar la segunda mezcla gaseosa a un lugar por encima de la primera capa de recubrimiento y depositar una segunda capa de recubrimiento con un espesor de 5-50 nm sobre la primera capa de recubrimiento,
 en donde el artículo de vidrio recubierto exhibe una reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 45 % o más desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto, y
 en donde la segunda capa de recubrimiento se deposita directamente sobre la primera capa de recubrimiento y forma la capa más exterior del recubrimiento.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el sustrato de vidrio es una cinta de vidrio en un proceso de fabricación de vidrio flotado.
3. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el sustrato de vidrio se mueve.
4. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la primera capa de recubrimiento tiene un índice de refracción de 3,0 o más y la segunda capa de recubrimiento tiene un índice de refracción inferior a 1,6.
5. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la primera capa de recubrimiento comprende silicio elemental y la segunda capa de recubrimiento comprende dióxido de silicio.
6. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende además suministrar la primera mezcla gaseosa a través de un primer aparato de recubrimiento y descargar la primera mezcla gaseosa del primer aparato de recubrimiento.
7. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde el espesor de la primera capa de recubrimiento es de 10-30 nm.
8. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la primera mezcla gaseosa consiste esencialmente en el compuesto de silano y gas inerte.
9. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la segunda mezcla gaseosa comprende un compuesto que contiene oxígeno, preferentemente en donde el compuesto que contiene oxígeno es vapor de agua.
10. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde el espesor de la segunda capa de recubrimiento es de 10-50 nm.
11. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde el artículo de vidrio recubierto exhibe una resistencia de la lámina superior a $1,0 \times 10^{10}$ ohm/sq y/o en donde la reflectancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) exhibida por el artículo de vidrio recubierto desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto es de 45-75 %.
12. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde el artículo de vidrio recubierto exhibe una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 40 % o menos desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto, preferentemente en donde el artículo de vidrio recubierto exhibe una transmitancia de luz visible total (Iluminante D65, observador de diez grados) de 20-40 % desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto.
13. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde el artículo de vidrio recubierto exhibe un valor a^* (Iluminante D65, observador de diez grados) desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto en el intervalo de -6 a 6 y un valor b^* (Iluminante D65, observador de diez grados) desde el lado recubierto del artículo de vidrio recubierto en el intervalo de -6 a 6, preferentemente en donde el valor a^* es negativo y el valor b^* es positivo.
14. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la primera capa de recubrimiento consiste esencialmente en silicio elemental, y/o en donde la segunda capa de recubrimiento consiste esencialmente en dióxido de silicio.

15. El método de la reivindicación 6, en donde la primera mezcla gaseosa se forma antes de suministrarse a través del primer aparato de recubrimiento, y/o que comprende además suministrar la segunda mezcla gaseosa a través de un segundo aparato de recubrimiento y descargar la segunda mezcla gaseosa del segundo aparato de recubrimiento.

5



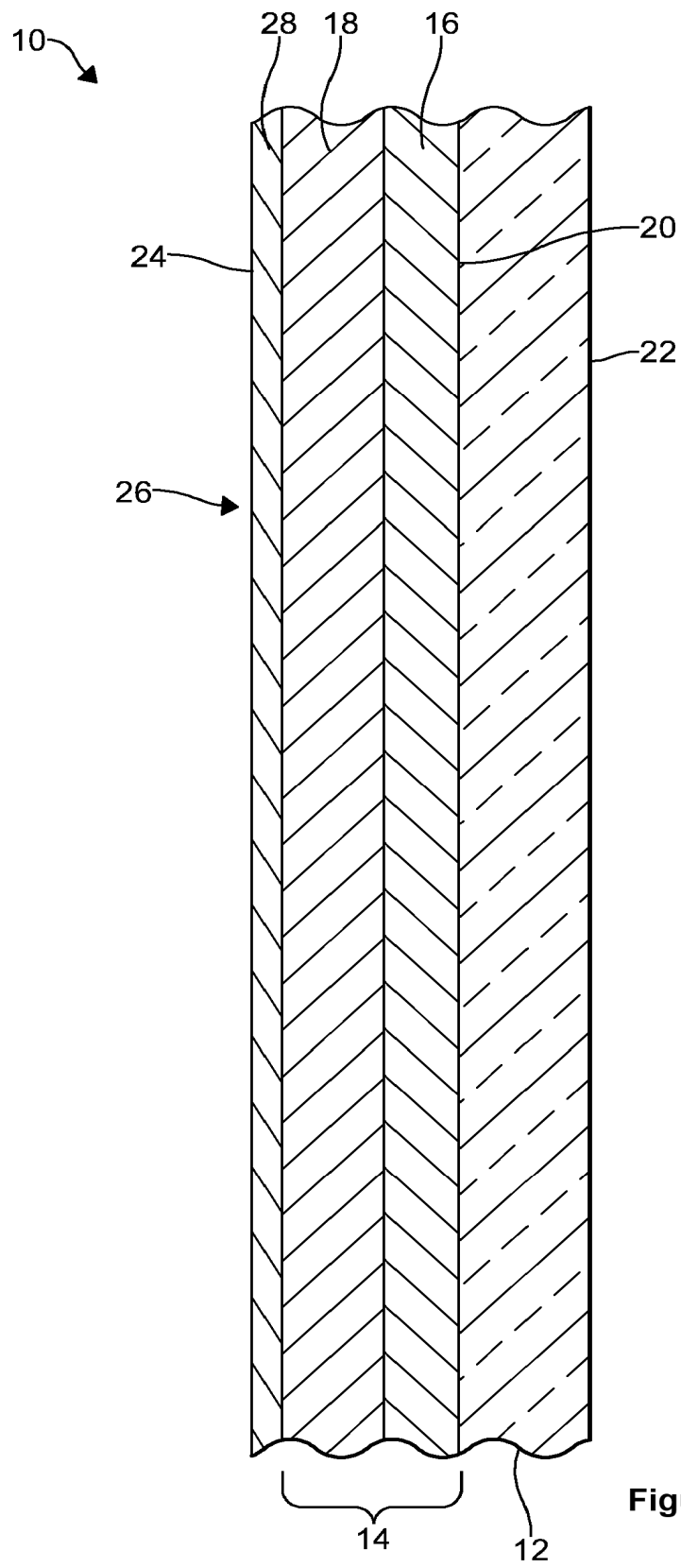


Figura 2

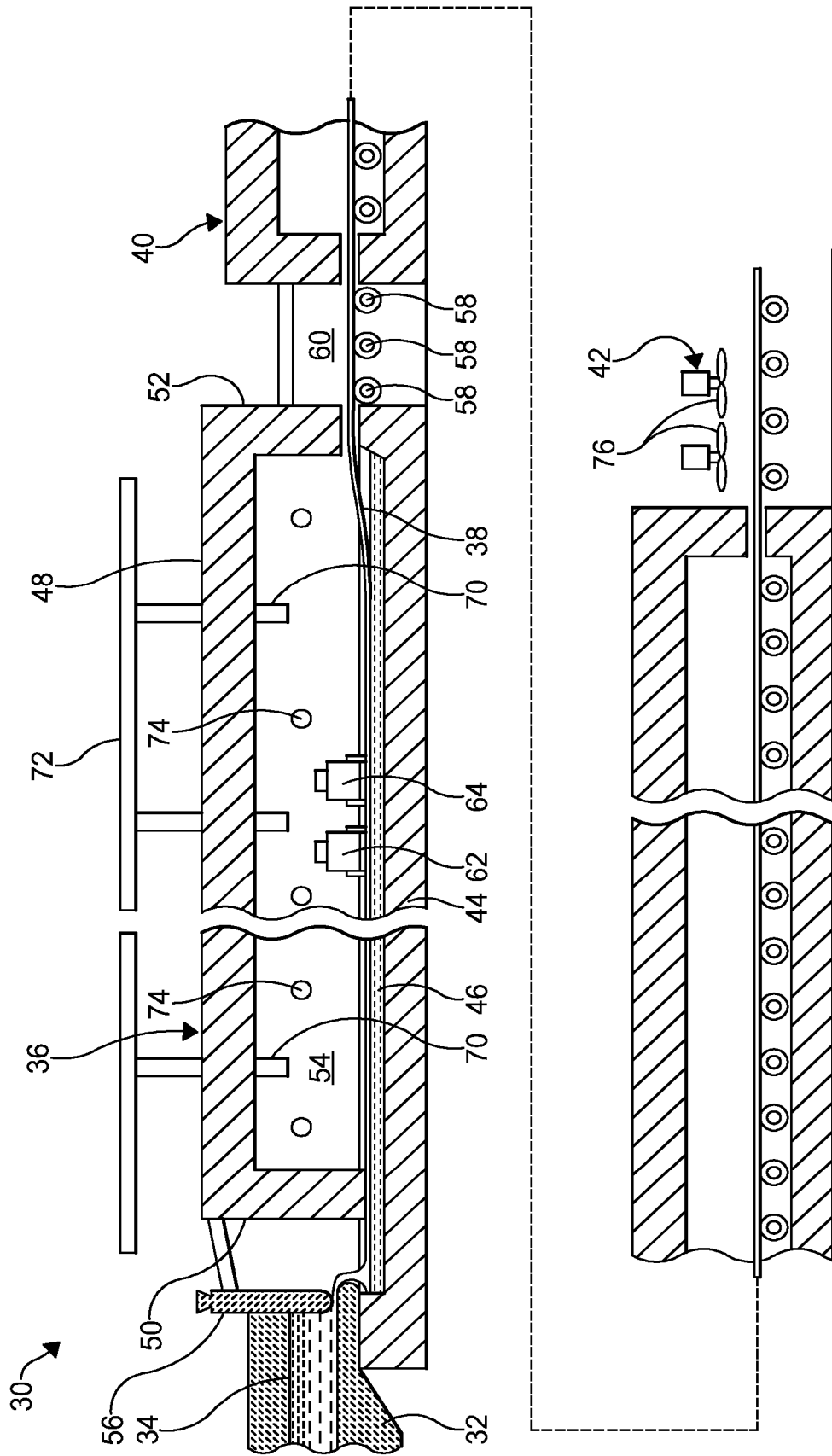


Figura 3