

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 046**

51 Int. Cl.:

<b>B32B 9/00</b>	(2006.01)	<b>C23C 16/40</b>	(2006.01)
<b>C03C 17/09</b>	(2006.01)	<b>C23C 16/50</b>	(2006.01)
<b>C23C 16/42</b>	(2006.01)	<b>G02B 19/00</b>	(2006.01)
<b>G02B 5/08</b>	(2006.01)	<b>G02B 1/14</b>	(2015.01)
<b>G02B 1/10</b>	(2015.01)	<b>C23C 14/06</b>	(2006.01)
<b>C03C 17/36</b>	(2006.01)		
<b>C23C 14/10</b>	(2006.01)		
<b>C23C 14/16</b>	(2006.01)		
<b>C23C 14/18</b>	(2006.01)		
<b>C23C 14/34</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.05.2014 PCT/JP2014/062736**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14185420**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2014 E 14797913 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2998112**

54 Título: **Película protectora, miembro reflectante, y procedimiento de producción para película protectora**

30 Prioridad:

**14.05.2013 JP 2013102074**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.03.2018**

73 Titular/es:

**ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED (100.0%)  
5-1, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku  
Tokyo 100-8405, JP**

72 Inventor/es:

**OKADA, NAKO;  
AOMINE, NOBUTAKA;  
HANEKAWA, HIROSHI y  
KAWAHARA, HIROTOMO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 658 046 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**

Película protectora, miembro reflectante, y procedimiento de producción para película protectora

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una película protectora, un miembro reflectante, y un procedimiento para producir la película protectora.

**Antecedentes en la técnica**

10 Un espejo usado para un sistema de generación de energía solar o un miembro reflectante tal como un vidrio de bajo E a menudo incluye un sustrato de vidrio que tiene una película reflectante metálica dispuesta sobre el mismo. Sin embargo, una película reflectante metálica usada para un miembro reflectante tiene por lo general un problema de resistencia térmica. Por lo tanto, a menudo se forma una película protectora sobre la película reflectante metálica para prevenir que la película reflectante metálica se degrade mediante oxidación.

15 Por ejemplo, existe un material propuesto que usa una película reflectante metálica que tiene una película de sílice pulverizada iónicamente sobre su revestimiento superior (véase el Documento de Patente 1). Aunque la película de sílice se usa para mejorar la resistencia al rayado del material, la película de sílice no tiene una alta densidad debido a que la película de sílice se forma mediante pulverización iónica. De ese modo, su efecto como película para prevenir la oxidación de la película metálica se considera que es bajo.

20 Además, el Documento de Patente 2 propone que la propiedad de resistencia térmica es importante para una película que protege una capa del calor y que una película de sílice por sí sola tiene una propiedad de resistencia térmica insuficiente. De ese modo, el Documento de Patente 2 propone usar una película mixta que tiene una película de sílice dopado con óxido de aluminio. Sin embargo, el Documento de Patente 2 no enseña o sugiere el uso único de una película de sílice como película protectora que tenga una propiedad de resistencia térmica suficiente.

25 Los Documentos de Patente 3 y 4 proponen formar una capa de barrera de gas por formación de múltiples capas de sílice sobre un sustrato de plástico usando un procedimiento de CVD de plasma. Sin embargo, no se espera que un producto que usa una capa de barrera de gas se use en un entorno de alta temperatura debido a que se enseña que ningún otro material distinto del plástico se usa como sustrato.

El Documento de Patente 5 describe un espejo de reflexión con una película protectora de sílice situada sobre una película de plata depositada sobre un sustrato de vidrio. Sin embargo, la película protectora de sílice se deposita mediante un procedimiento de pulverización iónica RF.

30 El Documento de Patente 6 describe un espejo que comprende una capa reflectante (por ejemplo, plata) y una capa protectora de óxido de silicio resistente al rayado.

El Documento de Patente 7 describe un espejo que comprende una capa reflectante de plata y una capa protectora de óxido de silicio. La capa protectora de silicio se deposita con evaporación de haz de electrones o deposición de arco catódico.

35 El Documento de Patente 8 se refiere a un espejo superficial que tiene una capa reflectante metálica (Al, Ag, Cr) cubierta con una capa protectora de óxido de silicio. La capa protectora de óxido de silicio está depositada mediante Sol-Gel.

Los Documentos de Patente 5 a 8 no dicen nada acerca del coeficiente de extinción "k" ni del índice de refracción "n" de la película protectora de sílice obtenida.

40 **Documentos de la técnica anterior**

**Documentos de Patente**

Documento de Patente 1: Patente Registrada Japonesa n.º 4768722

Documento de Patente 2: Patente Registrada Japonesa n.º 4928000

45 Documento de Patente 3: Publicación de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública n.º 8-48369

Documento de Patente 4: Publicación de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública n.º 2009-101548)

Documento de Patente 5: Solicitud de Patente Europea n.º EP 1 918 740 A1

Documento de Patente 6: Solicitud Internacional n.º WO 2011/120595 A1

Documento de Patente 7: Solicitud de Patente Europea n.º EP 0 341 844 A2

Documento de Patente 8: Solicitud Internacional n.º WO 2007/089387 A1.

50

**Divulgación de la invención****PROBLEMAS QUE SE SOLUCIONAN MEDIANTE LA INVENCION**

5 Como se ha descrito anteriormente, por lo general se forma una película protectora sobre una película reflectante metálica de un miembro reflectante para prevenir la degradación debido a la oxidación de la película reflectante metálica.

Sin embargo, la película protectora que se usa en la actualidad no previene suficientemente la oxidación de la película reflectante metálica.

10 Por ejemplo, un espejo secundario usado para un sistema de energía solar se expone a una temperatura elevada de 400 °C durante un periodo prolongado debido a que el espejo secundario se sitúa en la vecindad de un miembro de almacenamiento de calor que almacena energía térmica a solar. De ese modo, se sitúa convencionalmente una película protectora sobre la película reflectante metálica de un espejo secundario para un sistema de energía solar.

Sin embargo, es difícil para la película protectora convencional prevenir la oxidación de la película reflectante metálica durante un periodo prolongado. Por lo tanto, la característica de reflexión se degrada gradualmente dado que el espejo secundario se usa durante un periodo prolongado.

15 Además, también se sitúa convencionalmente una película protectora sobre una película reflectante metálica usada para un vidrio de baja E (emisividad). Sin embargo, la película reflectante metálica se oxida fácilmente en un caso en el que se realiza un procedimiento térmico (mayor o igual de aproximadamente 600 °C) sobre el vidrio de baja E con el fin, por ejemplo, de un procedimiento de endurecimiento del vidrio o un procedimiento de doblado del vidrio. Como resultado, la característica de reflexión de la película reflectante metálica se degrada.

20 Existe una gran demanda de una película protectora capaz de prevenir de forma eficaz la degradación sobre el miembro reflectante debido a la oxidación de la película reflectante metálica.

25 En vista de lo expuesto anteriormente, un objeto de acuerdo con una realización de la presente invención es proporcionar una película protectora capaz de prevenir de forma eficaz la oxidación de una película reflectante metálica situada sobre un sustrato de vidrio. Además, otro objeto de acuerdo con una realización de la presente invención es proporcionar un miembro reflectante que incluye tal película protectora. Aún otro objeto de acuerdo con una realización de la presente invención es proporcionar un procedimiento para producir tal película protectora.

**MEDIOS PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS**

30 Con el fin de conseguir los objetos descritos anteriormente, una realización de la presente invención proporciona una película protectora situada sobre una parte superior de una película metálica para proteger la película metálica que se sitúa sobre un sustrato de vidrio. La película protectora incluye una película de sílice. La película de sílice tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico.

35 Además, una realización de la presente invención proporciona un miembro reflectante que incluye un sustrato de vidrio, una película reflectante metálica, y una película protectora para proteger la película reflectante metálica. La película protectora incluye una película de sílice. La película de sílice tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico.

En el miembro reflectante de acuerdo con una realización de la presente invención, la película reflectante metálica puede incluir plata o una aleación de plata.

40 El miembro reflectante de acuerdo con una realización de la presente invención puede incluir además al menos una película individual que se proporciona entre el sustrato de vidrio y la película reflectante metálica, y seleccionado entre un grupo que incluye un nitruro metálico, un óxido metálico, y un oxinitruro metálico.

45 En el miembro reflectante de acuerdo con una realización de la presente invención, se puede proporcionar una película que tiene un índice de refracción mayor que la película de sílice sobre un lado de la película de sílice opuesto a la película reflectante metálica.

En este caso, la película que tiene un índice de refracción mayor que la película de sílice puede ser una película de nitruro de silicio.

En el miembro reflectante de acuerdo con una realización de la presente invención, el sustrato de vidrio puede incluir un vidrio que tiene un contenido de óxido de sodio de un 4 % o menos en masa.

50 Una realización de la presente invención proporciona un vidrio de baja E que incluye el miembro reflectante descrito anteriormente.

Una realización de la presente invención proporciona un espejo secundario de un sistema generador de energía solar que incluye el miembro reflectante descrito anteriormente.

5 Una realización de la presente invención proporciona un procedimiento para producir una película protectora provista sobre una parte superior de una película metálica situada sobre un sustrato de vidrio, incluyendo el procedimiento las etapas de: (a) depositar una película reflectante metálica sobre una parte superior del sustrato de vidrio; y (b) depositar una película de sílice sobre una parte superior de la película reflectante metálica, en el que la etapa (b) se realiza mediante un procedimiento de CVD de plasma en unas condiciones en las que la presión es menor o igual de 2 Pa.

10 En el procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención, la película de sílice depositada en la etapa (b) puede tener un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico.

En el procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa (a) se puede realizar mediante un procedimiento de pulverización iónica.

15 En el procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención, las etapas (a) y (b) se pueden realizar mediante un procedimiento en línea.

En el procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención, la película reflectante metálica puede incluir plata o una aleación de plata.

20 El procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención puede incluir una etapa de: (c) formar una película que tiene un índice de refracción mayor que la película de sílice sobre una parte superior de la película de sílice.

En el procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención, la película que tiene un índice de refracción mayor que la película de sílice puede ser una película de nitruro de silicio.

#### **Efecto de la invención**

25 Una realización de la presente invención puede proporcionar una película protectora capaz de prevenir de forma eficaz la oxidación de una película reflectante metálica situada sobre un sustrato de vidrio. Además, otra realización de la presente invención puede proporcionar un miembro reflectante que tiene tal película protectora. Aún otra realización de la presente invención puede proporcionar un procedimiento para producir tal película protectora.

#### **Breve descripción de las figuras**

30 La Figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra una sección transversal de un miembro reflectante de acuerdo con una realización de la presente invención;  
la Figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra el flujo de un procedimiento para producir un miembro reflectante de acuerdo con una realización de la presente invención;  
la Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra una sección transversal de un vidrio de baja E de acuerdo con una realización de la presente invención;  
35 la Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra una sección transversal de un aparato de espejo de acuerdo con una realización de la presente invención;  
la Figura 5 es un gráfico que ilustra la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  (%) de la transmitancia de luz visible de cada muestra antes y después de realizar un procedimiento térmico en un ensayo preliminar;  
40 la Figura 6 es un gráfico que ilustra los resultados de la medición de la resistencia laminar de cada muestra de un vidrio de baja E después de calentamiento; y  
la Figura 7 es un gráfico que ilustra los resultados de la medición de la tasa de emisividad de cada muestra de un vidrio de baja E después de calentamiento; y  
la Figura 8 es un gráfico que ilustra los resultados de la medición de la turbidez de cada muestra de un vidrio de baja E después de calentamiento.

#### **Realizaciones para realizar la invención**

45 A continuación, se describen realizaciones de la presente invención con detalle por referencia a las figuras acompañantes.

50 Una realización de la presente invención proporciona una película protectora situada sobre una parte superior de una película metálica para proteger la película metálica que se sitúa sobre un sustrato de vidrio. La película protectora incluye una película de sílice. La película de sílice tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$ , un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono que es menor o igual de un 3 % atómico.

Como se ha descrito anteriormente, la película protectora convencional usada para un miembro reflectante o similar no puede prevenir suficientemente que la película metálica se degrade por el calor.

Por el contrario, una película protectora de acuerdo con una realización de la presente invención tiene la característica de formarse como una película de sílice densa.

5 En el caso en el que se use tal película de sílice, una propiedad de barrera de oxígeno satisfactoria de la película de sílice previene considerablemente que el oxígeno de la atmósfera entre en el interior de la película de sílice. Por lo tanto, la película protectora de esta realización puede prevenir considerablemente la oxidación de una película metálica en el caso en el que se use la película metálica durante un período prolongado a una temperatura elevada de, por ejemplo, aproximadamente 400 °C o incluso en el caso en el que se use la película metálica durante un período corto cuando se procese térmicamente el sustrato de vidrio a una temperatura elevada de, por ejemplo, aproximadamente 700 °C. Por lo tanto, en el caso en el que se use la película protectora de esta realización, por ejemplo, en un miembro reflectante, la degradación del miembro reflectante se puede prevenir considerablemente, y las características de la película metálica se pueden mantener incluso a una temperatura elevada.

Se ha de observar que expresar cuantitativamente la densidad de una película de sílice es, en general, difícil. Por lo tanto, en la presente solicitud, el índice de refracción "n" se usa como un índice para expresar cuantitativamente la densidad de una película de sílice.

15 Como se describe en las siguientes realizaciones, los inventores de la presente invención descubrieron que se puede obtener una propiedad de barrera de oxígeno más satisfactoria cuanto mayores sean los índices de refracción "n" de las películas de sílice en el caso en el que las películas de sílice tengan las mismas características de absorción de luz. Por lo tanto, la propiedad de barrera de oxígeno de una película de sílice así como la densidad de una película de sílice se pueden expresar mediante el índice de refracción "n" de la película de sílice. Se ha de observar que la densidad de una película de sílice es más satisfactoria cuanto mayor sea el índice de refracción "n" de la película de sílice.

20 La característica de absorción de luz de una película de sílice es un parámetro importante para un miembro reflectante. Esto es debido a que el aumento de la cantidad de luz radiada desde la película de sílice se vuelve difícil debido a que se refleja más luz en la película metálica a medida que la absorción de luz de la película de sílice se vuelve mayor.

Por lo tanto, en la presente solicitud, la característica de absorción de luz de la película de sílice se define usando un coeficiente de extinción "k". El coeficiente de extinción "k" es un parámetro para expresar la absorción de luz. Una película de sílice tiene una propiedad de absorción de luz menor a medida que el coeficiente de extinción "k" de la película de sílice se vuelve menor.

30 Además, la existencia de impurezas en el interior de la película de sílice es otro factor que afecta a la densidad y a las características de absorción de luz de la película de sílice. Por ejemplo, en el caso en el que se deposite la película de sílice mediante un procedimiento de CVD (*Chemical Vapor Deposition*, deposición química de vapor), se usa por lo general un compuesto metálico orgánico gaseoso tal como tetrametildisiloxano como fuente gaseosa. Sin embargo, el carbono que procede del compuesto metálico orgánico gaseoso queda atrapado en el interior de la película de sílice depositada y degrada la densidad de la película de sílice. Aunque el carbono del interior de la película de sílice degrada la densidad de la película de sílice, el carbono puede ser un factor para aumentar el valor del índice de refracción de la película de sílice debido a que el carbono tiene un índice de refracción mayor que el índice de refracción de la película de sílice. Por lo tanto, una película de sílice que tenga una densidad satisfactoria debería tener una baja cantidad de carbono existente en el interior de la película de sílice y un elevado índice de refracción "n".

Por lo tanto, una película protectora de acuerdo con una realización de la presente invención incluye una película de sílice, que tiene un coeficiente de extinción menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico.

45 Debido a que la película protectora tiene tales características, una película metálica se puede prevenir de la oxidación en una atmósfera de alta temperatura. Además, la absorción de luz de la película protectora se puede restringir considerablemente. Por lo tanto, en el caso en el que se use la película protectora de esta realización como miembro reflectante, la propiedad de resistencia térmica del miembro reflectante se puede mejorar considerablemente, y el miembro reflectante puede mantener una característica de reflexión satisfactoria durante un período prolongado.

50 El índice de refracción "n" de la película protectora a una longitud de onda de 632 nm puede ser, por ejemplo, mayor o igual de 1,469 y, preferentemente, mayor o igual de 1,47. Además, el coeficiente de extinción "k" de la película protectora puede ser, por ejemplo, menor o igual de  $1 \times 10^{-5}$  y, preferentemente, menor o igual de  $1 \times 10^{-6}$ . Además, el contenido de carbono de la película protectora puede ser menor o igual de un 2 % atómico y, preferentemente, menor o igual de un 1 % atómico.

55 A continuación, se describe un miembro reflectante de acuerdo con la realización de la presente invención.

<Miembro receptor de acuerdo con una realización de la presente invención>

La Figura 1 es una vista esquemática que ilustra la sección transversal de un miembro reflectante de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 Como se ilustra en la Figura 1, un miembro reflectante 100 de acuerdo con una realización de la presente invención tiene una película reflectante metálica 120 y una película protectora 130 situada sobre una parte superior de un sustrato 110 de vidrio.

10 Como se ha descrito anteriormente, se conoce que la característica de reflexión de un miembro reflectante habitual se degrada gradualmente cuando el miembro reflectante se usa durante un periodo prolongado en una atmósfera de temperatura elevada (por ejemplo, 400 °C). Además, incluso en el caso en el que se use el miembro reflectante durante un periodo corto, la característica de reflexión del miembro reflectante se degrada a una temperatura elevada de aproximadamente 700 °C. Además, se considera que la oxidación de la película reflectante metálica es una causa de la degradación de la característica de reflexión, en la que el oxígeno de la atmósfera entra gradualmente en el interior del miembro reflectante desde un lado de la película protectora.

15 Por otra parte, la película protectora 130 del miembro reflectante 100 de acuerdo con una realización de la presente invención se forma de una película de sílice densa para prevenir que el oxígeno de la atmósfera entre en el interior del miembro reflectante 100.

20 En el caso en el que se use la película protectora 130, la propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria de la película protectora 130 puede prevenir considerablemente que el oxígeno de la atmósfera entre en el interior (el lado de la película reflectante metálica 120) por medio de la película protectora 130. Por lo tanto, el miembro reflectante 100 de acuerdo con una realización de la presente invención puede prevenir considerablemente la oxidación de la película metálica 120 en el caso en el que se use el miembro reflectante 100 durante un periodo prolongado a una temperatura elevada o incluso en el caso en el que se use el miembro reflectante 100 durante un periodo corto a una temperatura elevada de aproximadamente 700 °C. Por lo tanto, la característica reflexión del miembro reflectante 100 se previene considerablemente de la degradación.

25 Particularmente, la película protectora 130 tiene la característica de incluir una película de sílice que tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm. Además, la película de sílice de la película protectora 130 tiene un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico.

30 Mediante el uso de la película protectora 130 que tiene tales características, la película reflectante metálica 120 se puede prevenir considerablemente de la oxidación en una atmósfera de temperatura elevada, y se puede prevenir considerablemente que la luz se absorba por parte de la película protectora 130. Por lo tanto, la propiedad de resistencia térmica a alta temperatura del miembro reflectante 100 se puede mejorar considerablemente, y se puede mantener una propiedad reflectante satisfactoria durante un periodo prolongado. Además, se puede mantener una propiedad de reflexión satisfactoria incluso después de que se realice un procedimiento de fortalecimiento térmico sobre el miembro reflectante 100.

35 El índice de refracción "n" de la película protectora a una longitud de onda de 632 nm puede ser, por ejemplo, mayor o igual de 1,469 y, preferentemente, mayor o igual de 1,47. Además, el coeficiente de extinción "k" de la película protectora puede ser, por ejemplo, menor o igual de  $1 \times 10^{-5}$  y, preferentemente, menor o igual de  $1 \times 10^{-6}$ . Además, el contenido de carbono de la película protectora puede ser menor o igual de un 2 % atómico y, preferentemente, menor o igual de un 1 % atómico.

40 Por lo tanto, aunque se han descrito anteriormente las características del miembro reflectante 100 de acuerdo con una realización de la presente invención, la configuración del miembro reflectante de la presente invención no se limita a la realización descrita anteriormente.

45 Por ejemplo, en la realización del miembro reflectante 100 que se ilustra en la Figura 1, se puede disponer otra capa entre el sustrato 110 de vidrio y la película reflectante metálica 120, entre la película reflectante metálica 120 y la película protectora 130, o en la parte superior de la película protectora 130. A partir de este aspecto, la configuración del miembro reflectante 100 que se ilustra en la Figura 1 es una estructura que ilustra capas mínimas, es decir, una estructura básica del miembro reflectante de la presente invención.

50 Además, la película reflectante metálica 120 no va a estar formada necesariamente por una capa individual. La película reflectante metálica 120 puede estar formada por múltiples capas de diferentes materiales y/o composiciones.

<Procedimiento para producir el miembro reflectante de acuerdo con una realización de la presente invención>

55 A continuación, se describe un procedimiento para producir el miembro reflectante 100 (que se ilustra en la Figura 1) de acuerdo con una realización de la presente invención. El procedimiento que se describe posteriormente es meramente un ejemplo para producir el miembro reflectante 100. El miembro reflectante 100 se puede producir usando otros procedimientos.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para producir el miembro reflectante 100 de acuerdo con una realización de la presente invención.

Como se ilustra en la Figura 2, el procedimiento de producción incluye:

- 5 (a) una etapa de depositar una película reflectante metálica sobre una parte superior de un sustrato de vidrio (Etapa S110); y  
(b) una etapa de depositar una película de sílice sobre la parte superior de la película reflectante metálica mediante el uso de un procedimiento de CVD de plasma en unas condiciones de presión menores o iguales de 2 Pa (Etapa S120). Cada etapa se describe con detalle a continuación.

<Etapa S110>

- 10 En primer lugar, se prepara un sustrato de vidrio. La composición del sustrato de vidrio no se limita en particular.

A continuación, se deposita una película reflectante metálica sobre el sustrato de vidrio. El procedimiento para depositar la película reflectante metálica no se limita en particular. El material de la película reflectante metálica no se limita en particular siempre que se pueda exhibir una reflectancia apropiada por parte del miembro reflectante que se produce.

- 15 Por ejemplo, la película reflectante metálica se puede depositar mediante un procedimiento de pulverización iónica o un procedimiento de deposición con vapor. El espesor de la película reflectante metálica puede ser, por ejemplo, mayor o igual de 50 Å. El límite superior del espesor de la película reflectante metálica no se limita en particular. La película reflectante metálica puede estar formada por una capa individual o múltiples capas.

<Etapa S120>

- 20 A continuación, se deposita una película protectora hecha de sílice (película de sílice) sobre la parte superior de la película reflectante metálica obtenida en la Etapa S110.

En esta realización, la película de sílice se deposita mediante un procedimiento de CVD de plasma. La presión de deposición durante el procedimiento de deposición es menor o igual de 2 Pa. La presión de deposición es preferentemente menor o igual de 1 Pa, y más preferentemente menor o igual de 0,5 Pa.

- 25 Las Etapas S110 y S120 se pueden realizar en un sistema en línea. Al realizar las etapas en el sistema en línea, el procedimiento de producción se puede simplificar, y se puede depositar una gran área. De ese modo, se puede aumentar la productividad. Al realizar la deposición por pulverización iónica y la deposición por CVD en el interior de la misma cámara en el sistema en línea, se pueden prevenir la oxidación y la degradación de la película metálica.

- 30 Mediante la deposición de la película de sílice en las condiciones que se han descrito anteriormente, se puede obtener una película protectora que tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm. Además, mediante la formación de la película protectora sobre la parte superior de la película reflectante metálica, la película protectora puede exhibir un efecto de barrera frente al oxígeno. De ese modo, se puede prevenir la oxidación de la película reflectante metálica cuando se usa el miembro reflectante producido finalmente.

- 35 Otras condiciones en la realización del procedimiento por CVD no se limitan en particular.

Por ejemplo, la fuente gaseosa no se limita en particular. La fuente gaseosa usada puede ser, por ejemplo, un gas mixto que incluye oxígeno y tetrametildisiloxano (TMDSO). En este caso, la proporción en volumen entre el oxígeno y el TMDSO puede variar de 100 : 3 a 100 : 15.

Además, la energía del plasma usado puede variar de 15 kW/m a 100 kW/m.

- 40 El espesor de película de la película de sílice es, por ejemplo, mayor o igual de 150 Å. El límite superior de la película de sílice no se limita en particular.

Mediante la realización de las etapas descritas anteriormente, se puede producir la realización del miembro reflectante 100 que se ilustra en la Figura 1.

<Ejemplo aplicado del miembro reflectante de la presente invención>

- 45 A continuación, se describe un ejemplo aplicado de un miembro reflectante que incluye las características descritas anteriormente por referencia a las figuras acompañantes.

La Figura 3 ilustra una configuración de un vidrio de baja E.

El vidrio 200 de baja E que se ilustra en la Figura 3 incluye un sustrato 210 de vidrio, una primera capa 220, una segunda capa 230, una tercera capa 240, una cuarta capa 250, y una quinta capa 260, dispuestas en este orden.

El tipo de sustrato 210 de vidrio no se limita en particular.

La primera capa 220 se sitúa para mejorar la adherencia entre el sustrato 210 de vidrio y la segunda capa 230 y para mejorar la transmitancia en la región de luz visible del vidrio 200 de baja E. La primera capa 220 puede incluir, por ejemplo, un nitruro metálico, un óxido metálico, y/o un oxinitruro metálico.

- 5 Debido a que la segunda capa 230 tiene el papel de reflejar considerablemente la luz solar en una región de longitud de onda larga (más específicamente, una región de longitud de onda que es mayor o igual de 800 nm) y además reducir la emisividad, la segunda capa 230 incluye una película reflectante.

- 10 La tercera capa 240 tiene el papel de prevenir que el oxígeno de la atmósfera se extienda a la segunda capa 230 cuando se deposita la cuarta capa 250. La tercera capa 240 puede incluir, por ejemplo, una película metálica, una película de nitruro metálico, una película de óxido metálico, o una película de oxinitruro metálico. Sin embargo, la tercera capa 240 no es un miembro necesario y se puede omitir en algunos casos.

La cuarta capa 250 se forma como una película para prevenir la oxidación de la segunda capa 230 y la tercera capa 240. La cuarta capa 250 incluye una película protectora hecha de sílice (película de sílice).

- 15 La quinta capa 260 se forma como una película dieléctrica que tiene un índice de refracción elevado. Mediante la formación de la quinta capa 260 que tiene un índice de refracción elevado sobre la cuarta capa 250, se puede mejorar la transferencia de luz visible en el vidrio 200 de baja E entero. Además, se puede aumentar considerablemente la reflectancia de la luz solar en el intervalo de longitud de onda largo (más específicamente, un intervalo de longitud de onda que es mayor o igual de 800 nm) del vidrio 200 de baja E. En algunos casos, la quinta capa 260 se forma para mejorar la resistencia al rayado.

- 20 El vidrio 200 de baja E incluye una parte que corresponde a la "estructura básica del miembro reflectante de la presente invención" que se ha descrito anteriormente por referencia a la Figura 1. Es decir, el sustrato 210 de vidrio, la segunda capa 230, y la cuarta capa 250 del vidrio 200 de baja E corresponden al sustrato 110 de vidrio, la película reflectante metálica 120 y la película protectora 130 del miembro reflectante 100 de la Figura 1, respectivamente.

- 25 Además, el vidrio de baja E puede tener además las capas primera a quinta situadas repetidamente sobre la parte superior de la configuración que se ilustra en la Figura 3. Mediante la formación de las capa repetidamente, el vidrio de baja E puede reflejar considerablemente la luz solar en una región de longitud de onda larga (más específicamente, una región de longitud de onda que es mayor o igual de 800 nm) y reducir además la emisividad.

El vidrio de baja E obtenido mediante la configuración repetida se describe a continuación en líneas generales.

- 30 El sustrato de vidrio, la primera capa, la segunda capa, la tercera capa, la cuarta capa, y la quinta capa que se ilustran en la Figura 3 se disponen en este orden. A continuación, se forma una sexta capa similar a la primera capa de la Figura 3 que incluye, por ejemplo, nitruro metálico, óxido metálico, y/o oxinitruro metálico, sobre la quinta capa. A continuación, se forma una séptima capa similar a la segunda capa de la Figura 3, que incluye una película reflectante, sobre la sexta capa. A continuación, se forma una octava capa similar a la tercera capa de la Figura 3 que incluye una película metálica, una película de nitruro metálico, una película de óxido metálico, o una película de oxinitruro metálico, sobre la séptima capa. A continuación, se forma una novena capa similar a la cuarta capa de la Figura 3, que incluye una película de sílice, sobre la octava capa. A continuación, se forma una décima capa similar a la quinta capa de la Figura 3, que incluye una película dieléctrica que tiene un índice de refracción elevado, sobre la novena capa. De ese modo, se puede aumentar la reflectancia en la región de longitud de onda mayor o igual de 800 nm y se puede disminuir la emisividad en comparación con el vidrio de baja E de la Figura 3.

- 40 De forma similar a la tercera capa, la séptima capa no es un miembro necesario y se puede omitir. Además, la octava capa se puede omitir en el caso de que exista la cuarta capa. Además, la cuarta capa se puede omitir en el caso de que exista la octava capa.

- 45 El vidrio de baja E que incluye la configuración repetida puede tener además de la primera a la quinta capas de la Figura 3 situadas sobre la parte superior de una décima capa en este orden, de un modo tal que el vidrio de baja E pueda reflejar considerablemente la luz solar en una región de longitud de onda larga (más específicamente, una región de longitud de onda que es mayor o igual de 800 nm) y además reducir la emisividad.

- 50 Las repeticiones son preferentemente dos o tres veces. Las repeticiones pueden aumentar la reflectancia en una región de longitud de onda que es mayor o igual de 800 nm y reducir la emisividad sin reducir significativamente la transmitancia de la luz visible. Debido a que la luz visible se trasmite aunque se refleje la luz en una región infrarroja de 800 nm o más, se puede obtener un vidrio de ventana que tenga propiedades satisfactorias de aislamiento térmico o de protección térmica.

- 55 En el caso en el que se realice un procedimiento térmico sobre un vidrio de baja E convencional con el fin, por ejemplo, de fortalecer el vidrio, una película que contiene metal (tal como la segunda capa 230 y/o la tercera capa 240) se puede oxidar por el oxígeno del lado de la atmósfera del vidrio de baja E. Particularmente, en el caso en el que la oxidación del metal se produzca en la segunda capa 230 que tiene un efecto directo en la propiedad de

reflexión del vidrio de baja E, la propiedad de reflexión del vidrio de baja E se degrada considerablemente.

5 Por otra parte, el vidrio 200 de baja E que se ilustra en la Figura 3 incluye la "estructura básica del miembro reflectante de la presente invención". Por lo tanto, en tal caso, se puede prevenir considerablemente que el oxígeno ambiental pase a través de la cuarta capa 250 y alcance la segunda capa 230 debido al efecto descrito anteriormente de la película protectora, es decir, la propiedad de barrera frente al oxígeno de la cuarta capa 250.

Por lo tanto, con el vidrio 200 de baja E, la oxidación de la segunda capa 230 se puede prevenir considerablemente incluso en el caso de realizar un procedimiento térmico para un procedimiento de fortalecimiento. De ese modo, la propiedad de reflexión del vidrio 200 de baja E se puede prevenir considerablemente de la degradación.

10 Se ha de observar que el procedimiento que se ha descrito anteriormente por referencia a la Figura 2 se puede aplicar cuando se produce el vidrio 200 de baja E.

15 Por ejemplo, el vidrio 200 de baja E se puede producir por formación de la primera capa 220 mediante un procedimiento de pulverización iónica, formación de la segunda capa 230 mediante un procedimiento de pulverización iónica, deposición de la tercera capa 240 mediante un procedimiento de pulverización iónica, deposición de la cuarta capa 250 mediante un procedimiento de CVD de plasma, y deposición de la quinta capa 260 mediante un procedimiento de pulverización iónica. La presión de deposición cuando se deposita la cuarta capa 250 mediante el procedimiento de CVD de plasma es menor o igual de 2 Pa. Alternativamente, la presión de deposición puede ser menor o igual de 1 Pa.

20 Sin embargo, el vidrio 200 de baja E se puede producir usando otros procedimientos. Por ejemplo, no se necesita necesariamente que de la primera capa 220 a la tercera capa 240, y la quinta capa 260 se depositen mediante un procedimiento de pulverización iónica, sino que se pueden depositar usando otros procedimientos tales como un procedimiento de evaporación.

<Miembros respectivos incluidos en el vidrio de baja E>

25 A continuación, se describen con detalle los miembros respectivos incluidos en el vidrio 200 de baja E. El experto habitual en la materia puede entender claramente que los miembros respectivos incluidos en el miembro reflectante 100 que se ilustra la Figura 1 (es decir, el sustrato 110 de vidrio, la película reflectante metálica 120, y la película protectora 130) también se pueden aplicar a la siguiente descripción.

<Sustrato 210 de vidrio>

El tipo de sustrato 210 de vidrio no se limita en particular.

30 El espesor del sustrato 210 de vidrio no se limita en particular. Sin embargo, desde el aspecto de la resistencia, el aspecto de facilitar un procedimiento de fortalecimiento térmico o un procedimiento de doblado, o el aspecto de la utilizabilidad, el espesor del sustrato 210 de vidrio puede variar, por ejemplo, de 2,0 mm a 8,0 mm.

La forma del sustrato 210 de vidrio no se limita en particular. El sustrato 210 de vidrio puede tener una forma plana o una forma curva.

<Primera capa 220>

35 Como se ha descrito anteriormente, la primera capa 220 tiene el papel de mejorar la adherencia entre el sustrato 210 de vidrio y la segunda capa 230 y mejorar además la transmitancia en la región de luz visible del vidrio 200 de baja E.

40 La primera capa 220 incluye al menos uno de un grupo que incluye un nitruro metálico, un óxido metálico, y un oxinitruro metálico. Por ejemplo, la primera capa 220 puede incluir óxido de cinc. Además, en este caso, el óxido de cinc puede estar dopado con al menos un elemento de un grupo que incluye aluminio, titanio, galio, y estaño.

La primera capa 220 tiene un espesor mayor o igual de 150 Å. El límite superior del espesor de la primera capa 220 no se limita en particular. La primera capa 220 puede estar formada por una capa individual o múltiples capas.

<Segunda capa 230>

45 Como se ha descrito anteriormente, la segunda capa 230 es una capa que incluye una película reflectante metálica, y la luz que alcanza la segunda capa 230 se refleja en esta capa. Además, la emisividad se reduce mediante la provisión de la segunda capa 230, de un modo tal que se pueda producir un vidrio de baja E.

50 La película reflectante metálica incluida en la segunda capa 230 puede incluir, por ejemplo, plata o una aleación de plata. La aleación de plata puede ser una aleación que incluye plata y al menos un elemento seleccionado entre el grupo que incluye oro, paladio, cobre, níquel, silicio, aluminio, titanio, y cromo. En este caso, el contenido de metal de la aleación de plata (distinto de la plata) puede variar de un 0,5 % a un 10 % en masa.

En el caso en el que se incluya plata o una aleación de plata en la segunda capa 230, se puede producir un vidrio de baja E que tiene baja emisividad. La reflectancia de la luz solar en la región de longitud de onda larga (mayor o igual de 800 nm) mejora en la segunda capa 130 y la transmitancia en la región de luz visible también mejorar en la segunda capa 130.

- 5 La segunda capa 230 puede tener un espesor que varía, por ejemplo, de 50 Å a 250 Å. La segunda capa 230 puede ser una formada por una capa individual o múltiples capas.

<Tercera capa 240>

Como se ha descrito anteriormente, la tercera capa 240 tiene el papel de prevenir que el oxígeno de la atmósfera se extienda a la segunda capa 230 cuando se deposita la cuarta capa 250.

- 10 La tercera capa 240 puede incluir una película de óxido. En este caso, la película de óxido puede incluir óxido de cinc. Además, en este caso, el óxido de cinc puede estar dopado con al menos un elemento seleccionado entre un grupo que incluye aluminio, titanio, galio, y estaño. Además, la película de óxido puede incluir óxido de titanio.

Además, la tercera capa 240 puede incluir una capa metálica. Por ejemplo, la tercera capa puede incluir al menos un metal seleccionado entre el grupo que incluye cinc, titanio, níquel, cromo, estaño, paladio, oro, y aluminio.

- 15 Entre estos metales, son preferentes titanio y cinc. En el caso del cinc, la capa metálica puede incluir cinc y puede estar dopado con al menos un elemento seleccionado entre un grupo que incluye titanio, aluminio, estaño, y galio.

Además, la tercera capa 240 puede incluir una capa de nitruro. Por ejemplo, la tercera capa 240 puede incluir al menos un nitruro seleccionado entre un grupo que incluye una película de nitruro de silicio, una película de nitruro de aluminio, una película de nitruro de cromo, una película de nitruro de níquel, y una película de nitruro de titanio. En este caso, la capa de nitruro puede incluir oxígeno.

- 20

La tercera capa 240 puede estar formada por una capa individual o múltiples capas.

La tercera capa 240 puede tener un espesor que varía, por ejemplo, de 5 Å a 150 Å o de 5 Å a 180 Å.

Se ha de observar que la tercera capa 240 no es una capa necesaria y se puede emitir. Particularmente, en el caso de la realización del vidrio 200 de baja E, la cuarta capa 250 que se forma en un procedimiento posterior incluye la película de sílice que tiene las características descritas anteriormente. Por lo tanto, incluso en el caso en el que se omita la tercera capa 240, se puede prevenir considerablemente que la segunda capa 230 se oxide debido a la propiedad de barrera frente al oxígeno de la cuarta capa 250.

- 25

<Cuarta capa 250>

La cuarta capa 250 incluye un material que tiene un índice de refracción menor que la quinta capa 260. La cuarta capa 250 incluye una película de sílice.

- 30

Como se ha descrito anteriormente, la película de sílice tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm. Además, la película de sílice tiene un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico. De ese modo, la cuarta capa 250 puede exhibir densidad, es decir, una propiedad de barrera frente al oxígeno, y prevenir considerablemente la oxidación de la segunda capa 230. De ese modo, la propiedad de resistencia térmica del vidrio 200 de baja E se puede aumentar incluso a una temperatura elevada.

- 35

La cuarta capa 250 puede tener un espesor de película que varía de, por ejemplo, 50 Å a 1500 Å.

<Quinta capa 260>

La quinta capa 260 incluye un material que tiene un índice de refracción mayor que la cuarta capa 250. Por ejemplo, la quinta capa 260 puede tener unas constantes ópticas tales como un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,7 y un coeficiente de extinción "k" menor o igual de 0,01 a una longitud de onda de 550 nm.

- 40

El material incluido en la quinta capa 260 no se limita en particular siempre que se satisfagan las condiciones descritas anteriormente. La quinta capa 260 puede incluir, por ejemplo, nitruro de silicio, nitruro de aluminio, nitruro de titanio, oxinitruro de silicio, oxinitruro de aluminio, oxinitruro de titanio, óxido de niobio, óxido de circonio, óxido de tantalio, óxido de hafnio, óxido de titanio, óxido de cinc, y/o óxido de estaño. Además, la quinta capa 260 puede incluir un oxinitruro complejo.

- 45

Entre estos materiales, es preferente que se incluya óxido de cinc u óxido de estaño en la quinta capa 260. El óxido de cinc se puede dopar con al menos un elemento seleccionado entre un grupo que incluye aluminio, estaño, y titanio. El óxido de titanio se puede dopar con cinc. Además, se puede depositar nitruro de silicio o un nitruro de titanio. En el caso en el que la quinta capa 260 incluya nitruro de silicio o nitruro de titanio, la quinta capa 260 exhibe un efecto de prevenir que el oxígeno de la atmósfera entre al interior del vidrio 200 de baja E. Por lo tanto, en este

- 50

caso, la oxidación de la segunda capa se previene adicionalmente debido a los efectos de barrera frente al oxígeno tanto de la cuarta capa 250 como de la quinta capa 260. El nitruro de silicio puede estar dopado con aluminio.

La quinta capa 260 puede tener un espesor que varía de 50 Å a 1500 Å. Además, la quinta capa 260 puede estar formada por una capa individual o múltiples capas.

- 5 Por lo tanto, en el caso en el que se realice un procedimiento térmico en un vidrio de baja E convencional a una temperatura elevada con el fin, por ejemplo, de fortalecer el vidrio, una película que incluye metal (tal como la segunda capa 230 y/o la tercera capa 240) se puede oxidar por el oxígeno del lado de la atmósfera del vidrio de baja E. Particularmente, en el caso en el que la oxidación del metal se produce en la segunda capa 230 que tiene un efecto directo en la propiedad de reflexión del vidrio de baja E, la propiedad de reflexión del vidrio de baja E se degrada considerablemente.

10 Por otra parte, el vidrio 200 de baja E que se ilustra en la Figura 3 incluye la "estructura básica del miembro reflectante de la presente invención". Por lo tanto, en tal caso, se puede prevenir considerablemente que el oxígeno del lado de la atmósfera pase a través de la cuarta capa 250 y alcance la segunda capa 230 debido al efecto descrito anteriormente de la película protectora, es decir, la propiedad de barrera frente al oxígeno de la cuarta capa 250.

15 Por lo tanto, con el vidrio 200 de baja E, la oxidación de la segunda capa 230 se puede prevenir considerablemente incluso en el caso de realizar un procedimiento térmico para un procedimiento de fortalecimiento. De ese modo, la propiedad de reflexión del vidrio 200 de baja E se puede prevenir considerablemente de la degradación.

<Otro ejemplo aplicado del miembro reflectante de acuerdo con una realización de la presente invención>

- 20 A continuación, se describe otro ejemplo aplicado de un miembro reflectante que tiene las características descritas anteriormente por referencia a la Figura 4.

La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra una configuración de un aparato de espejo.

- 25 Como se ilustra la Figura 4, un aparato 300 de espejo tiene un sustrato 310 de vidrio, una primera capa 320, una segunda capa 330, una tercera capa 340, una cuarta capa 350, y una quinta capa 360 que se disponen en este orden.

La primera capa 320 se sitúa para aumentar la adherencia entre el sustrato 310 de vidrio y la segunda capa 330. La primera capa 320 puede incluir, por ejemplo, un nitruro metálico, un óxido metálico, y/o un oxinitruro metálico. La primera capa 320 no es una capa necesaria y se puede omitir.

- 30 La segunda capa 330 tiene el papel de reflejar considerablemente luz en una región de longitud de onda de luz solar. La segunda capa 330 incluye una película reflectante metálica.

La tercera capa 340 tiene el papel de prevenir que el oxígeno de la atmósfera se extienda a la segunda capa 330 cuando se deposita la cuarta capa 350. Sin embargo, la tercera capa 330 no es un miembro necesario y se puede omitir.

- 35 La cuarta capa 350 que tiene un índice de refracción menor que la quinta capa 360 se forma como una película de bajo índice de refracción. La cuarta capa 350 incluye una película protectora hecha de sílice (película de sílice).

La quinta capa 360 que tiene un índice de refracción mayor que la cuarta capa 350 se forma como una película de alto índice de refracción. Mediante la disposición de la quinta capa 360 que tiene un alto índice de refracción sobre la cuarta capa 350 que tiene un bajo índice de refracción, se puede aumentar considerablemente la reflectancia del aparato 300 de espejo entero.

- 40 <Miembros respectivos incluidos en el aparato de espejo>

A continuación, se describen con detalle los miembros respectivos incluidos en el aparato 300 de espejo. El experto en la materia entenderá claramente que los miembros respectivos incluidos en el miembro reflectante 100 de la Figura 1 (es decir, el sustrato 110 de vidrio, la película reflectante metálica 120, y la película protectora 130) también se pueden aplicar a la siguiente descripción.

- 45 <Sustrato 310 de vidrio>

El tipo del sustrato 310 de vidrio no se limita en particular siempre que el sustrato 310 de vidrio tenga un contenido de Na<sub>2</sub>O que sea menor o igual de un 4 % en masa. El sustrato 210 de vidrio puede ser, por ejemplo, un vidrio de metal no alcalino o AN100.

- 50 El espesor del sustrato 310 de vidrio no se limita en particular. Sin embargo, desde el aspecto de la resistencia o el aspecto de la utilizabilidad, el espesor del sustrato 310 de vidrio puede variar, por ejemplo, de 0,5 mm a 8,0 mm.

La forma del sustrato 310 de vidrio no se limita en particular. El sustrato 310 de vidrio puede tener una forma plana o una forma curvada.

<Primera capa 320>

- 5 Como se ha descrito anteriormente, la primera capa 320 tiene el papel de mejorar la adherencia entre el sustrato 310 de vidrio y la segunda capa 330.

La primera capa 320 incluye al menos uno seleccionado entre un grupo que incluye un nitruro metálico, un óxido metálico, y un oxinitruro metálico. Por ejemplo, la primera capa 220 puede incluir óxido de cinc. Además, en este caso, el óxido de cinc puede estar dopado con al menos un elemento de un grupo que incluye aluminio, titanio, galio, y estaño.

- 10 La primera capa 320 tiene un espesor mayor o igual de 100 Å. El límite superior del espesor de la primera capa 320 no se limita en particular. La primera capa 320 puede estar formada por una capa individual o múltiples capas.

<Segunda capa 230>

Como se ha descrito anteriormente, la segunda capa 330 es una capa que incluye una película reflectante metálica, y la luz que alcanza la segunda capa 330 se refleja en esta capa.

- 15 La película reflectante metálica incluida en la segunda capa 330 puede incluir, por ejemplo, plata o una aleación de plata. La aleación de plata puede ser una aleación que incluye al menos un elemento seleccionado entre un grupo que incluye plata, oro, paladio, cobre, níquel, silicio, aluminio, titanio, y cromo. En este caso, el contenido de metal de la aleación de plata (distinto de la plata) puede variar de un 0,5 % a un 5 % en masa. Alternativamente, la película reflectante metálica puede incluir aluminio o una aleación de aluminio.
- 20 En el caso en el que se incluya plata o una aleación de plata en la segunda capa 130, la reflectancia de la luz en la región de la luz solar (300 nm a 2500 nm) se puede mejorar en la segunda capa 330. Además, la segunda capa 330 llega a ser menos dependiente de la reflectancia en base al ángulo de incidencia.

La segunda capa 330 puede tener un espesor que varía, por ejemplo, de 800 Å a 3000 Å.

<Tercera capa 340>

- 25 Como se ha descrito anteriormente, la tercera capa 340 tiene el papel de prevenir que el oxígeno de la atmósfera se extienda a la segunda capa 330 cuando se deposita la cuarta capa 350.

La tercera capa 340 puede incluir una película de óxido. En este caso, la película de óxido puede incluir óxido de cinc. Además, en este caso, el óxido de cinc puede estar dopado con al menos un elemento seleccionado entre un grupo que incluye aluminio, titanio, galio, y estaño.

- 30 Alternativamente, la tercera capa 340 puede incluir una película metálica. Por ejemplo, puede incluir al menos un metal seleccionado entre un grupo que incluye cinc, titanio, níquel, cromo, estaño, y aluminio.

El cinc es preferente entre estos metales. En este caso, la película metálica puede incluir cinc, y puede estar dopado a con al menos un elemento seleccionado entre un grupo que incluye aluminio, titanio, galio, y estaño.

- 35 Alternativamente, la tercera capa 340 puede incluir una película de nitruro. Por ejemplo, la tercera capa 340 puede incluir al menos una película de nitruro seleccionada entre un grupo que incluye una película de nitruro de silicio, una película de nitruro de aluminio, una película de nitruro de cromo, una película de nitruro de níquel, y una película de nitruro de titanio. En este caso, la capa de nitruro puede incluir oxígeno.

La tercera capa 340 puede estar formada por una capa individual o múltiples capas.

La tercera capa 340 puede tener un espesor que varía, por ejemplo, de 5 Å a 100 Å.

- 40 Se ha de observar que la tercera capa 340 no es un miembro necesario y se puede omitir. Particularmente, en el caso de la realización del aparato 300 de espejo, la cuarta capa 350 que se forma en un procedimiento posterior incluye la película de sílice que tiene las características descritas anteriormente. Por lo tanto, incluso en el caso en el que se omita la tercera capa 340, se puede prevenir considerablemente que la segunda capa 330 se oxide debido a la propiedad de barrera frente al oxígeno de la cuarta capa 350.

- 45 <Cuarta capa 350>

La cuarta capa 350 incluye un material que tiene un índice de refracción menor que la quinta capa 360. La cuarta capa 350 incluye una película de sílice.

Como se ha descrito anteriormente, la película de sílice tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm. Además, la película de

silíce tiene un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico. De ese modo, la cuarta capa 350 puede exhibir densidad, lo que significa una propiedad de barrera frente al oxígeno, y puede aumentar la propiedad de resistencia térmica del aparato 300 de espejo incluso a una temperatura elevada.

La cuarta capa 350 puede tener un espesor de película que varía, por ejemplo, de 300 Å a 1500 Å.

5 <Quinta capa 360>

La quinta capa 360 incluye material que tiene un índice de refracción mayor que la cuarta capa 250. Por ejemplo, la quinta capa 360 tiene unas constantes ópticas tales como un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,7 y un coeficiente de extinción "k" menor o igual de 0,01 a una longitud de onda de 550 nm.

10 El material incluido en la quinta capa 360 no se limita en particular siempre que se satisfagan las condiciones descritas anteriormente. La quinta capa 360 puede incluir, por ejemplo, nitruro de silicio, nitruro de aluminio, oxinitruro de silicio, oxinitruro de aluminio, óxido de niobio, óxido de circonio, óxido de tantalio, óxido de hafnio, óxido de titanio, óxido de cinc, y/o óxido de estaño. Además, la quinta capa 360 puede incluir un oxinitruro complejo.

15 Entre estos materiales, el nitruro de silicio es preferente. En el caso en el que se incluya nitruro de silicio en la quinta capa 360, la quinta capa 360 exhibe el efecto de prevenir que entre el oxígeno de la atmósfera. Por lo tanto, en este caso, los efectos de barrera frente al oxígeno tanto de la cuarta capa 350 como de la quinta capa 360 previenen adicionalmente la oxidación de la segunda capa.

La quinta capa 360 puede tener un espesor que varía de 300 Å a 1500 Å. Además, la quinta capa 360 puede estar formada por una capa individual o múltiples capas.

20 El aparato 300 de espejo incluye la "estructura básica del miembro reflectante de la presente invención" que se ilustra en la Figura 1. Es decir, el sustrato 310 de vidrio, la segunda capa 330, y la cuarta capa 350 del aparato 300 de espejo corresponden con el sustrato 110 de vidrio, la película reflectante metálica 120, y la película protectora 130 del miembro reflectante 100 de la Figura 1, respectivamente.

25 Por lo tanto, se ha descrito anteriormente un ejemplo aplicado de una película protectora de acuerdo con la realización de la presente invención mediante la presentación del vidrio 200 de baja E y el aparato 300 de espejo como ejemplos de la misma. Sin embargo, se ha de observar que el ejemplo aplicado de la película protectora de acuerdo con una realización de la presente invención no se limita al miembro reflectante. Es decir, el experto habitual en la materia puede comprender claramente que la película protectora de acuerdo con una realización de la presente invención también se puede aplicar a diversos aparatos y miembros o similares que requieran una propiedad de resistencia térmica.

30 <Ejemplos prácticos>

A continuación, se describen ejemplos prácticos de la presente invención.

<Ensayo preliminar 1>

<Muestra A>

35 Se fabricó una muestra para el ensayo preliminar 1 por deposición de una película de sílice sobre una superficie de un sustrato de vidrio con el siguiente procedimiento.

En primer lugar, se preparó un sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio fue un vidrio sodocálcico que tenía unas dimensiones de 100 mm de altura x 100 mm de anchura x 2 mm de grosor.

Se depositó una película de sílice que tenía un espesor de 226 nm (valor fijado como diana) sobre una superficie del sustrato de vidrio mediante el uso de un procedimiento de CVD de plasma.

40 Se usó un gas mixto de oxígeno y tetrametildisiloxano (TMDSO) como material de partida, en el que la cantidad de flujo de oxígeno es 400 sccm y la cantidad de flujo de TMDSO es 50 sccm. Además, la presión de deposición durante el procedimiento de CVD de plasma fue de 0,47 Pa, y la energía del plasma (densidad de energía de deposición) fue de 20 kW/m.

45 Mediante la realización del procedimiento anterior, se fabricó una muestra de ensayo preliminar (denominada en lo sucesivo en el presente documento "muestra A").

Mediante la realización de una elipsometría espectroscópica (fabricado por J.A. Woollam Co., nombre de producto: M-2000DI) en la película de sílice de la muestra A, se midieron el índice de refracción "n" y el coeficiente de extinción "k" en una región de longitud de onda de 632 nm. Como resultados de la medición, el índice de refracción "n" de la película de sílice fue 1,4772, y el coeficiente de extinción "k" fue menor que el límite de detección de  $(1 \times 10^{-7})$ .

50 Además, se analizó la composición química de la muestra A realizando un perfilado en profundidad mediante el uso

de XPS (Espectroscopia Fotoelectrónica de Rayos X) con un aparato de análisis de XPS (fabricado por Ulvac-Phi Inc., nombre del producto: PHI5000). Como resultados del análisis, el contenido de carbono de la película de sílice fue menor o igual que el límite de detección (siendo el valor del límite de detección un 0,1 % atómico y en lo sucesivo en el presente documento el mismo a menos que se describa de otro modo).

5 <Muestra B>

Se fabricó una muestra de ensayo preliminar que tenía una película de sílice sobre la superficie de un sustrato de vidrio (denominada en lo sucesivo en el presente documento "muestra B") mediante el uso de un procedimiento similar al procedimiento descrito anteriormente para la muestra A).

10 Sin embargo, en la fabricación de la muestra B, la presión de deposición cuando se depositó la película de sílice fue de 3,89 Pa. Las demás condiciones de fabricación fueron similares a las de la muestra A.

El índice de refracción "n" y el coeficiente de extinción "k" de la película de sílice de la muestra B se midieron mediante el procedimiento descrito anteriormente. Como resultados de la medición, el índice de refracción "n" de la película de sílice fue de 1,4611, y el coeficiente de extinción "k" fue menor que el límite de detección de  $(1 \times 10^{-7})$ . Además, el contenido de carbono de la película de sílice fue menor o igual que el límite de detección.

15 <Evaluación de la propiedad de resistencia térmica>

Se realizaron ensayos de evaluación de resistencia térmica en las muestras A y B mediante el uso de los procedimientos descritos anteriormente.

Los ensayos de evaluación de resistencia térmica se realizaron como sigue a continuación.

20 En primer lugar, se realizó un procedimiento térmico en cada muestra durante 17 minutos en una atmósfera de 700 °C. A continuación, después del procedimiento térmico, se midieron los valores de turbidez de las muestras para evaluar sus propiedades de resistencia térmica.

En la medición de la tasa de turbidez, se usó un dispositivo de medición de la tasa de turbidez (fabricado por Suga Test Instruments Co., Ltd, Hz-2) y se realizó un procedimiento de haz doble con una fuente de luz D65.

25 La expresión "tasa de turbidez" se refiere a un índice que indica cuantitativamente el nivel en que se produce turbidez en la muestra. Con la película de sílice de las muestras preliminares, se producen defectos tales como grietas cuando las películas de sílice de las muestras se degradan debido al calor. De ese modo, la tasa de turbidez aumenta a medida que la turbidez de las muestras aumenta. Por lo tanto, mediante la medición del valor de turbidez, se puede usar la tasa de turbidez como índice para evaluar las propiedades de resistencia térmica de las muestras preliminares.

30 La Tabla 1 muestra colectivamente las condiciones de fabricación, los índices de refracción "n", los coeficientes de extinción "k", el contenido de carbono de las muestras A y B junto con los resultados de la medición de la tasa de turbidez obtenidos mediante ensayo de evaluación de resistencia térmica.

<Tabla 1>

MUESTRA	PROCEDIMIENTO DE DEPOSICIÓN DE LA PELÍCULA DE SILICE	PRESIÓN DE DEPOSICIÓN (Pa)	DENSIDAD DE ENERGÍA DE DEPOSICIÓN (kW/m)	ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE LA PELÍCULA DE SILICE n	COEFICIENTE DE EXTINCIÓN DE LA PELÍCULA DE SILICE k	CONTENIDO DE C DE LA PELÍCULA DE SILICE (%)	TASA DE TURBIDEZ DESPUES DE PROCEDIMIENTO TERMICO (%)
A	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0.47	20	1.4772	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	0.12
B	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	3.89	20	1.4611	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	1.53

Con los resultados de la Tabla 1, se puede entender que la tasa de turbidez después del procedimiento térmico se restringe al comparar la muestra A con la muestra B.

La muestra A muestra que el índice de refracción "n" de la película de sílice es 1,4772, el coeficiente de extinción "k" es menor de  $(1 \times 10^{-7})$ , y el contenido de carbono de la película de sílice es menor o igual que el límite de detección.

5 Por otra parte, la muestra B muestra que el índice de refracción "n" de la película de sílice es 1,4611, el coeficiente de extinción "k" es menor de  $(1 \times 10^{-7})$ , y el contenido de carbono de la película de sílice es menor o igual que el límite de detección. Comparada con la muestra B, la película de sílice de la muestra A tiene un mayor índice de refracción "n". De ese modo, se puede entender que el alto índice de refracción contribuye a la restricción de la turbidez después del procedimiento térmico.

10 Con la muestra A incluyendo una película de sílice que tiene un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,467 y un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual que el límite de detección, se puede obtener una propiedad de resistencia térmica satisfactoria comparada con la muestra B que incluye una película de sílice que tiene un índice de refracción "n" en un grado de 1,46.

15 Además, de acuerdo con la Tabla 1, la presión de deposición de película ha de ser menor o igual de 2 Pa para depositar una película de sílice que tenga una propiedad de resistencia térmica satisfactoria. Al establecer la presión de deposición de película de este modo, se puede aumentar la reactividad de TMDSO que es la fuente gaseosa en el plasma, y se puede reducir la cantidad de impurezas tales como carbono que se originan a partir de la fuente gaseosa en la película de sílice.

20 <Ensayo preliminar 2>

<Muestra 1>

Se fabricó una muestra de una película protectora para el ensayo preliminar 2 por deposición de una primera película de sílice, una película de titanio metálico, y una segunda película de sílice en este orden sobre la superficie de un sustrato de vidrio con el siguiente procedimiento.

25 En primer lugar, se preparó un sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio es un vidrio sodocálcico que tiene unas dimensiones de 100 mm de altura x 100 mm de anchura x 2 mm de grosor.

La primera película de sílice que tiene un espesor de 50 nm (valor fijado como diana) se depositó sobre una superficie del sustrato de vidrio mediante el uso de un procedimiento de CVD de plasma.

30 Las condiciones de deposición de la primera película de sílice fueron las mismas que las condiciones para la deposición de la película de sílice de la muestra A descrita anteriormente del ensayo preliminar 1. Por lo tanto, la película de sílice tiene un índice de refracción "n" de 1,4772 y un coeficiente de extinción "k" de menos de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632, y un contenido de carbono menor o igual que el límite de detección.

35 A continuación, se depositó una película de titanio metálico sobre la primera película de sílice mediante el uso de un procedimiento de pulverización iónica convencional. Se hizo que el espesor de la película de titanio metálico fuera de 10 nm (valor fijado como diana).

Se usó como diana una diana de titanio metálico, y se usó argón gaseoso como gas de deposición. La deposición se realizó aplicando una energía de 0,5 kW a partir de una fuente de corriente DC con una presión de pulverización iónica de 0,35 Pa.

40 A continuación, se depositó la segunda película de sílice sobre la película de titanio metálico usando un procedimiento de CVD de plasma. Las condiciones de deposición de la segunda película de sílice fueron básicamente las mismas que las condiciones de deposición de la primera película de sílice.

Mediante la realización de los procedimientos descritos anteriormente, se fabricó una muestra de una película protectora para el ensayo preliminar 2.

<Muestra 2>

45 Mediante la realización de un procedimiento similar al de la muestra 1 descrita anteriormente, se fabricó una muestra para un ensayo preliminar 2 que tenía una primera película de sílice, una película de titanio metálico, y una segunda película de sílice sobre la superficie de un sustrato de vidrio (denominada en lo sucesivo en el presente documento "muestra 2").

50 Sin embargo, en la fabricación de la muestra 2, la presión de deposición fue de 0,56 Pa cuando se depositaron la primera y la segunda películas de sílice. Las condiciones de fabricación, excepto estas condiciones, fueron similares a las de la muestra 1.

El índice de refracción "n" y el coeficiente de extinción "k" de la segunda película de sílice de la muestra 2 se

midieron con el procedimiento descrito anteriormente. Como resultado de la medición, el índice de refracción "n" fue 1,4773 y el coeficiente de extinción "k" fue menos de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y el contenido de carbono fue menor o igual que el límite de detección.

<Muestra 3>

5 Mediante la realización de un procedimiento similar al de la muestra 1 descrita anteriormente, se fabricó una muestra para un ensayo preliminar 2 que tenía una primera película de sílice, una película de titanio metálico, y una segunda película de sílice sobre la superficie de un sustrato de vidrio (denominada en lo sucesivo en el presente documento "muestra 3").

10 Sin embargo, en la fabricación de la muestra 3, la cantidad de flujo de oxígeno es 236 sccm y la cantidad de flujo de TMDSO fue 15 sccm cuando se depositaron la primera y la segunda películas de sílice. Además, la presión de deposición durante el procedimiento de CVD de plasma fue de 0,35 Pa, y la energía del plasma (densidad de energía de deposición) fue de 80 kW/m.

15 El índice de refracción "n" y el coeficiente de extinción "k" de la segunda película de sílice de la muestra 3 se midieron con el procedimiento descrito anteriormente. Como resultado de la medición, el índice de refracción "n" fue 1,469 y el coeficiente de extinción "k" fue menos de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm. Además, el contenido de carbono de la segunda película de sílice fue menor o igual que el límite de detección.

<Muestra 4>

20 Mediante la realización de un procedimiento similar al de la muestra 1 descrita anteriormente, se fabricó una muestra para un ensayo preliminar 2 que tenía una primera película de sílice, una película de titanio metálico, y una segunda película de sílice sobre la superficie de un sustrato de vidrio (denominada en lo sucesivo en el presente documento "muestra 4").

25 Las condiciones de deposición de la primera y la segunda películas de sílice fueron las mismas que las condiciones para la deposición de la película de sílice de la muestra B descrita anteriormente del ensayo preliminar 1. Por lo tanto, las películas de sílice tienen un índice de refracción "n" de 1,4611 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$ , y un contenido de carbono menor o igual que el límite de detección.

<Muestra 5>

30 Se depositó una primera película de sílice sobre la superficie de la superficie de vidrio usada para la muestra 1 mediante el uso de un procedimiento de pulverización iónica convencional. La presión de pulverización iónica durante la deposición fue de 0,27 Pa. El espesor de la primera película de sílice fue de 50 nm (valor fijado como diana).

35 Se depositó una película de óxido de silicio mediante el uso de una diana de silicio metálico (diana policristalina dopada con boro, contenido de silicio de un 99,999 % en masa) como diana y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC de pulso sobre la misma. Se usaron oxígeno gaseoso (caudal de 30 sccm) y argón gaseoso (caudal de 20 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 1,5 kW, y la frecuencia fue de 20 kHz.

A continuación, se depositó una película de titanio metálico sobre la primera película de sílice mediante el uso de un procedimiento de pulverización iónica convencional. El espesor de la película de titanio metálico fue de 10 nm (valor fijado como diana). Las condiciones de deposición de la película de titanio metálico fueron similares a las de la muestra 1.

40 A continuación, se depositó una segunda película de sílice sobre la película de titanio metálico mediante el uso de un procedimiento de pulverización iónica. Las condiciones de deposición de la segunda película de sílice fueron básicamente las mismas que las condiciones de deposición de la primera película de sílice.

Mediante la realización de los procedimientos descritos anteriormente, se fabricó una muestra para el ensayo preliminar 2 (denominada en lo sucesivo en el presente documento "muestra 5").

45 El índice de refracción "n" y el coeficiente de extinción "k" de la segunda película de sílice de la muestra 5 se midieron mediante el procedimiento descrito anteriormente. Como resultado de la medición, el índice de refracción "n" fue 1,4602 y el coeficiente de extinción "k" fue menos de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm. Además, el contenido de carbono de la segunda película de sílice fue menor o igual que el límite de detección.

50 La Tabla 2 muestra colectivamente las condiciones de fabricación, los índices de refracción "n", los coeficientes de extinción "k", y el contenido de carbono de las muestras 1 a 5.

&lt;Tabla 2&gt;

MUESTRA	PROCEDIMIENTO DE DEPOSICIÓN DE LA 1ª Y 2ª PELÍCULAS DE SILICE	PRESIÓN DE DEPOSICIÓN (Pa)	DENSIDAD DE ENERGÍA DE DEPOSICIÓN (kW/m)	INDICE DE REFRACCIÓN DE LA 2ª PELÍCULA DE SILICE n	COEFICIENTE DE EXTINCIÓN DE LA 2ª PELÍCULA DE SILICE k	CONTENIDO DE C DE LA 2ª PELÍCULA DE SILICE (%)	$\Delta T_V$ (%)
1	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,47	20	1,4772	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	22,3
2	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,56	20	1,4773	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	20,84
3	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	14,69
4	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	3,89	20	1,4611	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	29,71
5	PROCEDIMIENTO DE PULVERIZACIÓN IÓNICA	0,27	-	1,4602	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	34,35

## &lt;Evaluación de la propiedad de resistencia térmica&gt;

Se realizó una evaluación de la propiedad de resistencia térmica en las muestras 1 a 5 que se fabricaron mediante los procedimientos descritos anteriormente.

El ensayo de evaluación de la propiedad de resistencia térmica se realizó como sigue a continuación.

- 5 En primer lugar, se midió la transmitancia de luz visible  $T_v$  de cada muestra mediante el uso de un espectrofotómetro (fabricado por Hitachi Ltd., U4100). La transmitancia de luz visible  $T_v$  se obtuvo multiplicando la transmitancia espectral a una longitud de onda de 380 nm a 780 nm con un coeficiente ponderado obtenido a partir de un espectro de luz de día CIE y una distribución de longitud de onda del factor de luminosidad y obteniendo el promedio. El valor de la transmitancia de luz visible  $T_v$  obtenido se adopta como la "transmitancia de luz visible inicial  $T_{v_0}$ ".
- 10 A continuación, se realiza un procedimiento térmico en cada muestra durante 35 minutos en una atmósfera de aire de 400 °C. Después de realizar el procedimiento térmico, se mide la transmitancia de luz visible de cada muestra y se adopta como la "transmitancia de luz visible después del procedimiento térmico  $T_{v_a}$ ". La cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia de luz visible  $T_v$  antes y después del procedimiento térmico se obtiene a partir de la diferencia entre la "transmitancia de luz visible después del procedimiento térmico  $T_{v_a}$ " obtenida y la "transmitancia de luz visible inicial  $T_{v_0}$ " ( $\Delta T_v = T_{v_a} - T_{v_0}$ ).
- 15

La muestra inicial tiene una película de titanio metálico interpuesta entre películas de sílice. Por lo tanto la "transmitancia de luz visible inicial  $T_{v_0}$ " de cada una de las muestras es comparativamente baja.

- 20 Por otra parte, las muestras después del procedimiento térmico muestran que la "transmitancia de luz visible después del procedimiento térmico  $T_{v_a}$ " cambia en gran medida debido particularmente a la diferencia de la propiedad de barrera frente al oxígeno de la segunda película de sílice. Por ejemplo, en el caso en el que la segunda película de sílice no tenga una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria, el oxígeno de la atmósfera pasa a través de la segunda película de sílice y alcanza la película de titanio. Esto causa la oxidación de la película de titanio y aumenta la transparencia de la película de titanio. Como resultado, aumenta la "transmitancia de luz visible después del procedimiento térmico  $T_{v_a}$ ". Sin embargo, en el caso en el que la segunda película de sílice tenga una propiedad de barrera frente al oxígeno comparativamente satisfactoria, se previene considerablemente que el oxígeno de la atmósfera alcance la película de titanio. Como resultado, se previene la oxidación de la película de titanio, y se previene considerablemente que la "transmitancia de luz visible después del procedimiento térmico  $T_{v_a}$ " aumente.
- 25

- 30 Por lo tanto, las propiedades de resistencia térmica de las muestras se pueden evaluar mediante la evaluación de la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia de luz visible  $T_v$  antes y después del procedimiento térmico. Más específicamente, la propiedad de resistencia térmica es más satisfactoria cuanto menor sea la cantidad de cambio  $\Delta T_v$ .

- 35 La Figura 5 muestra colectivamente los resultados obtenidos mediante el ensayo de evaluación de la propiedad de resistencia térmica. Además, la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia de luz visible  $T_v$  obtenida para cada muestra se muestra en la Tabla 2 descrita anteriormente.

- 40 De acuerdo con estos resultados, las muestras 1 a 3 muestran que la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia de luz visible  $T_v$  se restringe considerablemente en comparación con las muestras 4 y 5. Es decir, la cantidad de cambio de las muestras 1 a 3 es menor o igual de aproximadamente un 25 % mientras que la cantidad de cambio de las muestras 4 y 5 es mayor o igual de aproximadamente un 30 %. Debido a que la propiedad de barrera frente al oxígeno de la película de sílice de las muestras 4 y 5 es insatisfactoria, el oxígeno de la atmósfera alcanza la película de titanio y hace que el titanio se oxide durante el procedimiento térmico.

- 45 Las muestras 1 a 3 muestran que la película de sílice tiene un índice de refracción "n" de 1,4772, 1,4773, y 1,469, respectivamente. Por otra parte, las muestras 4 y 5 muestran que la película de sílice tiene un índice de refracción "n" de 1,4611 y 1,4602, respectivamente. Por lo tanto, la diferencia de la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia de luz visible  $T_v$  se debe al índice de refracción "n" de la película de sílice. La propiedad de barrera frente al oxígeno de la película de sílice mejora y la propiedad de resistencia térmica de la muestra mejora cuando el índice de refracción "n" excede de 1,4611. Particularmente, se estima que la muestra tiene una propiedad de resistencia térmica satisfactoria cuando el índice de refracción "n" de la película de sílice es mayor o igual de 1,467.

- 50 Se puede entender que la cantidad de carbono en la película de sílice para cada una de las muestras es menor o igual que el límite de detección, y que existe una relación positiva entre el índice de refracción "n" y la densidad.

## &lt;Ensayo de la propiedad de resistencia térmica de una muestra de vidrio de baja E&gt;

- 55 Los resultados de los ensayos preliminares descritos anteriormente muestran que la película de sílice exhibe una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria cuando el índice de refracción "n" de la película de sílice excede de 1,467. A continuación, se fabricó una muestra de vidrio de baja E que tenía una configuración real de vidrio de baja E y se sometió a evaluación de su propiedad de resistencia térmica.

<Muestra 1 de vidrio de baja E>

Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 1 de vidrio de baja E) como sigue a continuación.

En primer lugar, se preparó un sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio es un vidrio sodocálcico que tiene unas dimensiones de 100 mm de altura x 100 mm de anchura x 3 mm de grosor.

- 5 Se depositaron secuencialmente una primera capa (espesor diana de 30 nm), una segunda capa (espesor diana de 8,5 nm), una tercera capa (espesor diana de 3 nm), una cuarta capa (espesor diana de 26 nm), y una quinta capa (espesor diana de 24 nm) sobre una superficie del sustrato de vidrio. De ese modo, se fabricó la muestra 1 de vidrio de baja E que tiene la configuración que se ilustra en la Figura 4.

- 10 La primera capa incluye un óxido de cinc dopado con aluminio. La segunda capa incluye una aleación de plata que tiene un contenido de oro de un 1 % en masa. La tercera capa incluye cinc dopado con aluminio. La cuarta capa incluye sílice. La quinta capa incluye nitruro de silicio.

Entre estas capas, de la primera a la tercera capas, y la quinta capa se depositaron mediante el siguiente procedimiento de pulverización iónica.

- 15 En primer lugar, se depositó una película de óxido de cinc dopado con aluminio sobre el sustrato de vidrio mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 60 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 140 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,5 kW.

- 20 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de aleación de plata sobre el sustrato de vidrio formado con la película de óxido de cinc dopado con aluminio mediante el uso de una diana de aleación de plata que contenía un 1 % en masa de oro y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 200 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,9 kW.

- 25 A continuación, se depositó una película de cinc dopado con aluminio sobre la película de aleación de plata mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 200 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,05 kW.

- 30 A continuación, se depositó la cuarta capa hecha de sílice mediante la realización de un procedimiento de CVD de plasma. Las condiciones para la realización del procedimiento de CVD de plasma fueron las mismas condiciones usadas cuando se depositó la primera película de sílice en la muestra 3 descrita anteriormente del ensayo preliminar. Por lo tanto, la cuarta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,469 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual que el límite de detección.

- 35 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de nitruro de silicio mediante el uso de una diana de silicio metálico (diana policristalina dopada con boro, contenido de silicio de un 99,999 % en masa) y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC de pulso sobre la misma. Se usaron nitrógeno gaseoso (caudal de 60 sccm) y argón gaseoso (caudal de 14 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 1 kW, y la frecuencia fue de 20 kHz.

<Muestra 2 de vidrio de baja E>

- 40 Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 2 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la muestra 1 de vidrio de baja E. Sin embargo, la tercera capa (película de cinc dopado con aluminio) de la muestra 2 de vidrio de baja E tenía un espesor de 4,5 nm.

Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 1 de vidrio de baja E.

<Muestra de 3 vidrio de baja E>

- 45 Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 3 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la muestra 1 de vidrio de baja E. Sin embargo, la tercera capa (película de cinc dopado con aluminio) de la muestra 2 de vidrio de baja E tenía un espesor de 6 nm.

Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 1 de vidrio de baja E.

<Muestra 4 de vidrio de baja E>

- 50 Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 4 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la muestra 1 de vidrio de baja E. Sin embargo, la cuarta capa de la muestra 4 de vidrio de baja E se depositó mediante un procedimiento de pulverización iónica. Las condiciones de pulverización iónica fueron las

mismas que las condiciones usadas cuando se depositó la primera capa de sílice de la muestra 5 descrita anteriormente del ensayo preliminar. Por lo tanto, la cuarta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,4602 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual que el límite de detección.

- 5 Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 1 de vidrio de baja E.

<Muestra 5 de vidrio de baja E>

Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 5 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la muestra 4 de vidrio de baja E. Sin embargo, la tercera capa (película de cinc dopado con aluminio) de la muestra 5 de vidrio de baja E tenía un espesor de 4,5 nm.

- 10 Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 1 de vidrio de baja E.

<Muestra 6 de vidrio de baja E>

Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 6 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la muestra 4 de vidrio de baja E. Sin embargo, la tercera capa (película de cinc dopado con aluminio) de la muestra 6 de vidrio de baja E tenía un espesor de 6 nm.

- 15 Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 4 de vidrio de baja E.

La Tabla 3 muestra colectivamente las condiciones de fabricación de la cuarta capa de las muestras 1 a 6 de vidrio de baja E junto con sus índices de refracción "n", los coeficientes de extinción "k", y el contenido de carbono.

<Tabla 3>

MUESTRA DE VIDRIO DE BAJA E	ESPESOR DE LA 3ª CAPA (nm)	PROCEDIMIENTO DE DEPOSICIÓN DE LA 4ª CAPA	PRESIÓN DE DEPOSICIÓN (Pa)	DENSIDAD DE ENERGÍA DE DEPOSICIÓN (kW/m)	INDICE DE REFRACCION DE LA 4ª CAPA n	COEFICIENTE DE EXTINCION DE LA 4ª CAPA k	CONTENIDO DE C DE LA 4ª CAPA (%)	RESISTENCIA LAMINAR DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO Rs (Ω/)	TRANSMITANCIA DE LUZ VISIBLE DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO Tv (%)	ΔTv (%)	EMISIVIDAD DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO ε (%)	TASA DE TURBIDEZ DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO (%)
1	3	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	5,85	82,7	7,9	0,1	0,47
2	4,5	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	5,71	82,9	10	0,1	0,57
3	6	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	7,83	75,8	12,4	0,12	0,53
4	3	PROCEDIMIENTO DE PULVERIZACION IONICA	0,27	-	1,4602	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	5,63	88,3	12,4	0,16	0,78
5	4,5	PROCEDIMIENTO DE PULVERIZACION IONICA	0,27	-	1,4602	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	7,42	86	16	0,2	1,2
6	6	PROCEDIMIENTO DE PULVERIZACION IONICA	0,27	-	1,4602	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	12,2	79,2	22,8	0,18	1,38

## &lt;Ensayo de la propiedad de resistencia térmica&gt;

Se realizaron ensayos de la propiedad de resistencia térmica en las muestras 1 a 6 de vidrio de baja E. El ensayo de la propiedad de resistencia térmica se llevó a cabo mediante la realización de un procedimiento térmico en cada muestra de vidrio de baja E durante 3 minutos en una atmósfera de 730 °C.

- 5 Se midieron la resistencia laminar, la emisividad, y la tasa de turbidez de cada una de las muestras de vidrio de baja E después de realizar el procedimiento térmico en cada una de las muestras de vidrio de baja E.

10 En la medición de la resistencia laminar, se usó un dispositivo de medición de resistencia laminar (fabricado por Delcom Instruments Inc., monitor de Conductancia 717B). La resistencia laminar  $R_s$  ( $\Omega$ /cuadrado) de la muestra de vidrio de baja E aumenta a medida que se oxida la segunda capa (y la tercera capa). Por lo tanto, el valor de la resistencia laminar  $R_s$  se puede usar como índice para evaluar la propiedad protectora de la cuarta capa.

15 Además, en la medición de la emisividad, se usó un dispositivo de medición de emisividad (fabricado por Japan Sensor Inc., TSS-5X) para obtener la emisividad  $\epsilon$  (%) en la región de longitud de onda de 2  $\mu\text{m}$  a 22  $\mu\text{m}$ . La emisividad  $\epsilon$  de la muestra de vidrio de baja E aumenta a medida que se oxida la segunda capa (y la tercera capa). Por lo tanto, el valor de la emisividad  $\epsilon$  se puede usar como índice para evaluar la propiedad protectora de la cuarta capa.

20 Además, en la medición de la tasa de turbidez, se usó un dispositivo de medición de la tasa de turbidez (fabricado por Suga Test Instruments Co., Ltd, Hz-2) y se realizó un procedimiento de doble haz con una fuente de luz D65. La expresión "tasa de turbidez" se refiere a un índice que indica cuantitativamente el nivel en el que se produce turbidez en la muestra. Cuando la segunda capa de la muestra de vidrio de baja E se degrada por el calor, la segunda capa tiende a adherirse. Por lo tanto, la tasa de turbidez se puede usar como índice para evaluar la propiedad protectora de la cuarta capa.

25 Además, la transmitancia de luz visible  $T_v$  de cada muestra se midió usando un espectrofotómetro (fabricado por Hitachi Ltd., U4100) con un procedimiento similar al del ensayo preliminar 2 descrito anteriormente para obtener la cantidad de variación  $\Delta T_v$  de la transmitancia de luz visible  $T_v$  de las muestras antes y después de realizar el procedimiento térmico. La  $\Delta T_v$  de las muestras de vidrio de baja E aumenta a medida que se oxida la segunda capa (y la tercera capa). Por lo tanto, la  $\Delta T_v$  se puede usar como índice para evaluar la propiedad protectora de la película de sílice.

30 Los resultados de la medición de la resistencia laminar después de realizar el procedimiento térmico de cada una de las muestras de vidrio de baja E se muestran en la Figura 6. En la Figura 6, el eje horizontal indica el espesor de la tercera capa, y el eje vertical indica la resistencia laminar  $R_s$  ( $\Omega$ /cuadrado).

De acuerdo con los resultados que se muestran en la Figura 6, se puede entender que la resistencia laminar  $R_s$  ( $\Omega$ /cuadrado) después de realizar el procedimiento térmico en las muestras 1 a 3 de vidrio de baja E se puede restringir considerablemente en comparación con las de las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E.

35 Los resultados de la medición de la emisividad después de realizar el procedimiento térmico en cada una de las muestras de vidrio de baja E se muestran en la Figura 7. En la Figura 7, el eje horizontal indica el espesor de la tercera película, y el eje vertical indica la emisividad  $\epsilon$  (%).

De acuerdo con los resultados que se muestran en la Figura 7, se puede entender que la emisividad  $\epsilon$  (%) después de realizar el procedimiento térmico en las muestras 1 a 3 de vidrio de baja E se puede restringir considerablemente en comparación con las de las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E.

40 De acuerdo con estos resultados, se confirma que la cuarta capa de las muestras 1 a 3 de vidrio de baja E que incluyen la película de sílice exhiben una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria.

Los resultados de la medición de la tasa de turbidez después de realizar el procedimiento térmico en cada una de las muestras de vidrio de baja E se muestran en la Figura 8. En la Figura 8, el eje horizontal indica el espesor de la tercera película, y el eje vertical indica la tasa de turbidez (%).

45 De acuerdo con los resultados que se muestran en la Figura 8, se puede entender que la tasa de turbidez después de realizar el procedimiento térmico en las muestras 1 a 3 de vidrio de baja E se puede restringir considerablemente en comparación con las de las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E.

50 Los resultados muestran que la segunda capa de las muestras 1 a 3 de vidrio de baja E tienden a exhibir menos cohesión. Es decir, la segunda capa no se degrada considerablemente mediante el procedimiento térmico. Por lo tanto, se puede entender que la degradación por parte del calor de las muestras 1 a 3 de vidrio de baja E se restringe en comparación con las de las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E.

Los resultados de la medición de la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia de luz visible  $T_v$  antes y después de realizar el procedimiento térmico de cada muestra de vidrio de baja E se muestran en la Tabla 3. De acuerdo con los resultados de la Tabla 3, se puede entender que la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia antes y después de

realizar el procedimiento térmico en las muestras 1 a 3 de vidrio de baja E se puede restringir considerablemente en comparación con las de las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E.

5 Con las muestras 1 a 3 de vidrio de baja E que tienen una cuarta capa que incluye una película de sílice que tiene un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,467 y un coeficiente de extinción "k" menor e igual que  $1 \times 10^{-4}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico, se puede obtener una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria en comparación con las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E que tienen una cuarta capa que incluye una película de sílice que tiene un índice de refracción "n" hasta un grado de 1,46.

10 Los resultados de los ensayos de la propiedad de resistencia térmica obtenidos a partir de las muestras 1 a 6 de vidrio de baja E se muestran colectivamente en la Tabla 3 descrita anteriormente.

<Muestra 7 de vidrio de baja E>

Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 7 de vidrio de baja E) como sigue a continuación.

En primer lugar, se preparó un sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio es un vidrio sodocálcico que tiene unas dimensiones de 100 mm de altura x 100 mm de anchura x 3 mm de grosor.

15 Se depositaron secuencialmente una primera capa (espesor diana de 30 nm), una segunda capa (espesor diana de 10 nm), una tercera capa (espesor diana de 10 nm), una cuarta capa (espesor diana de 2 nm), y una quinta capa (espesor diana de 50 nm) sobre una superficie del sustrato de vidrio. De ese modo, se fabricó la muestra 7 de vidrio de baja E que tiene una configuración de capas que se ilustra en la Figura 4.

20 La primera capa incluye un óxido de estaño y cinc. La segunda capa incluye óxido de cinc dopado con aluminio. La tercera capa incluye plata. La cuarta capa incluye titanio. La quinta capa incluye sílice.

Entre estas capas, de la primera a la cuarta capas se depositaron mediante el siguiente procedimiento de pulverización iónica.

25 En primer lugar, se depositó una película de óxido de estaño y cinc sobre el sustrato de vidrio mediante el uso de una diana de aleación que incluía un 33 % atómico de cinc y un 67 % atómico de estaño y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 120 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 280 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 1 kW, y la frecuencia fue de 20 kHz.

30 A continuación, se depositó una película de óxido de cinc dopado con aluminio sobre la película de óxido de estaño y cinc mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 120 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 280 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 1 kW.

35 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de plata sobre la película de óxido de cinc dopado con aluminio mediante el uso de una diana de plata y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 400 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,7 kW.

A continuación, se depositó una película de titanio metálico sobre la película de plata mediante el uso de una diana de titanio metálico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 400 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,5 kW.

40 A continuación, se depositó la quinta capa hecha de sílice mediante la realización de un procedimiento de CVD de plasma. En cuanto a las condiciones para la realización del procedimiento de CVD de plasma, se usó un gas mixto de oxígeno y tetrametildisiloxano (TMDSO) como material de partida, en el que la cantidad de flujo de oxígeno fue de 250 sccm y la cantidad de flujo de TMDSO fue de 15 sccm. Además, la presión de deposición durante el procedimiento de CVD de plasma fue de 0,23 Pa, y la densidad de energía de deposición fue de 80 kW/m.

45 El índice de refracción "n" y el coeficiente de extinción "k" de la película de sílice de la quinta capa se midieron mediante el procedimiento descrito anteriormente. Los resultados de la medición muestran que la película de sílice de la quinta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,4736 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono que es menor o igual que el límite de detección.

<Muestra 8 de vidrio de baja E>

50 Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 8 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la de la muestra 7 de vidrio de baja E. Sin embargo, la cuarta capa (película de titanio metálico) de la muestra 8 de vidrio de baja E tenía un espesor de 6 nm.

Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 7 de vidrio de baja E.

<Muestra 9 de vidrio de baja E>

Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 9 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la de la muestra 7 de vidrio de baja E. Sin embargo, la presión de deposición cuando se depositó la quinta capa (película de sílice) de la muestra 9 de vidrio de baja E fue de 0,51 Pa.

- 5 El índice de refracción "n" y el coeficiente de extinción "k" de la película de sílice de la quinta capa (película de sílice) de la muestra 9 de vidrio de baja E se midieron mediante el procedimiento descrito anteriormente. Los resultados de la medición muestran que la película de sílice de la quinta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,4694 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual que el límite de detección.
- 10 Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 7 de vidrio de baja E.

<Muestra 10 de vidrio de baja E>

Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 10 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la de la muestra 9 de vidrio de baja E. Sin embargo, la cuarta capa (película de titanio metálico) de la muestra 10 de vidrio de baja E tenía un espesor de 6 nm.

- 15 Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 9 de vidrio de baja E.

<Muestra 11 de vidrio de baja E>

Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 11 de vidrio de baja E) como sigue a continuación.

En primer lugar, se preparó un sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio es un vidrio sodocálcico que tiene unas dimensiones de 100 mm de altura x 100 mm de anchura x 3 mm de grosor.

- 20 Se depositaron secuencialmente una primera capa (espesor diana de 30 nm), una segunda capa (espesor diana de 10 nm), una tercera capa (espesor diana de 10 nm), una cuarta capa (espesor diana de 2 nm), y una quinta capa (espesor diana de 20 nm), una sexta capa (espesor diana de 10 nm), y una séptima capa (espesor diana de 5 nm) sobre una superficie del sustrato de vidrio. De ese modo, se fabricó la muestra 11 de vidrio de baja E que tiene una configuración de capas que se ilustra en la Figura 4.
- 25 La primera capa incluye una película de óxido de estaño y cinc. La segunda capa incluye un óxido de cinc dopado con aluminio. La tercera capa incluye plata. La cuarta capa incluye titanio. La quinta capa incluye sílice. La sexta capa incluye una película de óxido de estaño y cinc. La séptima capa incluye nitruro de silicio.
- Entre estas capas, de la primera a la cuarta capas, la sexta capa, y la séptima capa se depositaron mediante el siguiente procedimiento de pulverización iónica.
- 30 En primer lugar, se depositó una película de óxido de estaño y cinc sobre el sustrato de vidrio mediante el uso de una diana de aleación que incluía un 33 % atómico de cinc y un 67 % atómico de estaño y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva de pulso DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 120 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 280 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 1 kW, y la frecuencia fue de 20 kHz.
- 35 A continuación, se depositó una película de óxido de cinc dopado con aluminio sobre la película de óxido de estaño y cinc mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 120 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 280 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 1 kW.
- 40 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de plata sobre la película de óxido de cinc dopado con aluminio mediante el uso de una diana de plata y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 400 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,7 kW.
- 45 A continuación, se depositó una película de titanio metálico sobre la película de plata mediante el uso de una diana de titanio metálico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 400 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,5 kW.

- A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó la quinta capa hecha de sílice mediante la realización de un procedimiento de CVD de plasma. En cuanto a las condiciones para la realización del procedimiento de CVD de plasma, se usó un gas mixto de oxígeno y tetrametildisiloxano (TMDSO) como material de partida, en el que la cantidad de flujo de oxígeno es de 250 sccm y la cantidad de flujo de TMDSO es de 15 sccm.
- 50 Además, la presión de deposición durante el procedimiento de CVD de plasma fue de 0,23 Pa, y la densidad de energía de deposición fue de 80 kW/m.

El índice de refracción "n" y el coeficiente de extinción "k" de la película de sílice de la quinta capa se midieron mediante el procedimiento descrito anteriormente. Los resultados de la medición muestran que la película de sílice de la quinta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,4736 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono que es menor o igual que el límite de detección.

- 5 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de óxido de estaño y cinc sobre el sustrato de vidrio mediante el uso de una diana de aleación que incluía un 33 % atómico de cinc y un 67 % atómico de estaño y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva de pulso DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 120 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 280 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 1 kW, y la frecuencia fue de 20 kHz.
- 10 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de nitruro de silicio mediante el uso de una diana de silicio metálico (diana policristalina dopada con boro, contenido de silicio de un 99,999 % en masa) como diana y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC de pulso sobre la misma. Se usaron nitrógeno gaseoso (caudal de 120 sccm) y argón gaseoso (caudal de 280 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 1 kW, y la frecuencia fue de 20 kHz.
- 15 <Muestra 12 de vidrio de baja E>  
  
Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 12 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la de la muestra 11 de vidrio de baja E. Sin embargo, la cuarta capa (película de titanio metálico) de la muestra 12 de vidrio de baja E tenía un espesor de 6 nm.  
  
Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 11 de vidrio de baja E.
- 20 La Tabla 4 muestra colectivamente las condiciones de fabricación de la quinta capa de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E junto con sus índices de refracción "n", los coeficientes de extinción "k", y el contenido de carbono.

<Tabla 4>

MUESTRA DE VIDRIO DE BAJA E	ESPESOR DE LA 4ª CAPA (nm)	PROCEDIMIENTO DE DEPOSICIÓN DE LA 5ª CAPA	PRESIÓN DE DEPOSICIÓN (Pa)	DENSIDAD DE ENERGÍA DE DEPOSICIÓN (kW/m)	ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE LA 5ª CAPA n	COEFICIENTE DE EXTINCIÓN DE LA 5ª CAPA k	CONTENIDO DE C DE LA 5ª CAPA (%)	RESISTENCIA LAMINAR DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO R <sub>s</sub> (Ω/)	TRANSMITANCIA DE LUZ VISIBLE DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO T <sub>v</sub> (%)	ΔTV (%)	EMISIVIDAD DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO ε (%)	TASA DE TURBIDEZ DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO (%)
7	2	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,23	80	1,4736	MENOS DE 1 x 10 <sup>-7</sup>	N.D.	4,55	84,7	4,7	0,1	0,17
8	6	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,23	80	1,4736	MENOS DE 1 x 10 <sup>-7</sup>	N.D.	6	65,2	11	0,12	0,48
9	2	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,51	80	1,4694	MENOS DE 1 x 10 <sup>-7</sup>	N.D.	4,56	85,7	6,3	0,1	0,32
10	6	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,51	80	1,4694	MENOS DE 1 x 10 <sup>-7</sup>	N.D.	6,1	67	14,2	0,12	0,27
11*	2	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,23	80	1,4736	MENOS DE 1 x 10 <sup>-7</sup>	N.D.	6,6	86,7	3,4	0,1	0,59
12*	6	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,23	80	1,4736	MENOS DE 1 x 10 <sup>-7</sup>	N.D.	7,3	69,2	10	0,12	0,07

\* ESTRUCTURA DE 7 CAPAS (OTRAS - ESTRUCTURA DE 5 CAPAS)

<Ensayo de la propiedad de resistencia térmica>

Se realizaron ensayos de la propiedad de resistencia térmica en las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E. El ensayo de la propiedad de resistencia térmica se llevó a cabo mediante la realización de un procedimiento térmico en cada muestra de vidrio de baja E durante 3 minutos en una atmósfera de 730 °C.

- 5 Se midieron la resistencia laminar, la emisividad, y la tasa de turbidez de cada una de las muestras de vidrio de baja E después de realizar el procedimiento térmico en cada una de las muestras de vidrio de baja E.

En la medición de la resistencia laminar, se usó un dispositivo de medición de resistencia laminar (fabricado por Delcom Instruments Inc., monitor de Conductancia 717B).

- 10 Además, en la medición de la emisividad, se usó un dispositivo de medición de emisividad (fabricado por Japan Sensor Inc., TSS-5X) para obtener la emisividad  $\epsilon$  (%) en la región de longitud de onda de 2  $\mu\text{m}$  a 22  $\mu\text{m}$ . La resistencia laminar  $R_s$  y la emisividad  $\epsilon$  de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E aumentan a medida que se oxida la tercera capa (y la cuarta capa). Por lo tanto, el valor de la resistencia laminar  $R_s$  y la emisividad  $\epsilon$  se pueden usar como índices para evaluar la propiedad protectora de la película de sílice.

- 15 Además, en la medición de la tasa de turbidez, se usó un dispositivo de medición de la tasa de turbidez (fabricado por Suga Test Instruments Co., Ltd, Hz-2) y se realizó un procedimiento de doble haz con una fuente de luz D65. La expresión "tasa de turbidez" se refiere a un índice que indica cuantitativamente el nivel en el que se produce turbidez en la muestra. Cuando la tercera capa de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E se degrada por el calor, la tercera capa tiende a adherirse. Por lo tanto, la tasa de turbidez se puede usar como índice para evaluar la propiedad protectora de la película de sílice.

- 20 Además, la transmitancia de luz visible  $T_v$  de cada muestra se midió usando un espectrofotómetro (fabricado por Hitachi Ltd., U4100) con un procedimiento similar al del ensayo preliminar 2 descrito anteriormente para obtener la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia de luz visible  $T_v$  de las muestras antes y después de realizar el procedimiento térmico. La  $\Delta T_v$  de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E aumenta a medida que se oxidan la tercera y la cuarta capas. Por lo tanto, la  $\Delta T_v$  se puede usar como índice para evaluar la propiedad protectora de la película de sílice.

Los resultados de la medición de cada una de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E se muestran en la Tabla 4 descrita anteriormente.

- 30 De acuerdo con los resultados que se muestran en las Tablas 3 y 4, se puede entender que la emisividad  $\epsilon$  (%) después de realizar el procedimiento térmico en las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E se puede restringir considerablemente en comparación con las de las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E en los que la emisividad de cada una de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E es menor de 0,15.

De acuerdo con estos resultados, se confirma que la quinta capa que incluye la película de sílice de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E exhibe una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria.

- 35 Además, de acuerdo con los resultados de las mediciones, se puede entender que la tasa de turbidez después de realizar el procedimiento térmico en las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E se puede restringir considerablemente en comparación con las de las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E en los que la tasa de turbidez de cada una de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E es menor de un 0,7 %.

- 40 Los resultados muestran que la tercera capa de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E tienden a exhibir menos cohesión. Es decir, la tercera capa no se degrada considerablemente mediante el procedimiento térmico. Por lo tanto, se puede entender que la degradación por el calor de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E se restringe en comparación con la de las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E.

- 45 Además, se puede entender que la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia antes y después de realizar el procedimiento térmico en las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E se puede restringir considerablemente en comparación con la de las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E en la cantidad de cambio  $\Delta T_v$  de la transmitancia antes y después de realizar el procedimiento térmico en cada una de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E es menor de un 15 %.

- 50 Estos resultados muestran que la oxidación mediante el procedimiento térmico realizado en la tercera y la cuarta capas de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E se restringe. De acuerdo con estos resultados, la quinta capa que incluye la película de sílice de las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E exhibe una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria.

Con las muestras 7 a 12 de vidrio de baja E que incluyen una capa de sílice que tiene un índice de refracción "n" mayor o igual de 1,467 y un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico, se puede conseguir una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria en comparación con las muestras 4 a 6 de vidrio de baja E que tienen una cuarta capa que

incluye una película de sílice que tiene un índice de refracción "n" hasta un grado de 1,46.

<Muestra 15 de vidrio de baja E>

Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 15 de vidrio de baja E) como sigue a continuación.

5 En primer lugar, se preparó un sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio es un vidrio sodocálcico que tiene unas dimensiones de 100 mm de altura x 100 mm de anchura x 6 mm de grosor.

10 Se depositaron secuencialmente una primera capa (espesor diana de 35 nm), una segunda capa (espesor diana de 16 nm), una tercera capa (espesor diana de 15 nm), una cuarta capa (espesor diana de 30 nm), una quinta capa (espesor diana de 53 nm), una sexta capa (espesor diana de 19 nm), una séptima capa (espesor diana de 5 nm), una octava capa (espesor diana de 23 nm), y una novena capa (espesor diana de 5 nm) sobre una superficie del sustrato de vidrio. De ese modo, se fabricó la muestra 15 de vidrio de baja E.

La primera capa incluye un óxido de cinc dopado con aluminio. La segunda capa incluye plata. La tercera capa incluye un nitruro de níquel y silicio. La cuarta capa incluye sílice. La quinta capa incluye un óxido de cinc dopado con aluminio. La sexta capa incluye plata. La séptima capa incluye titanio. La octava capa incluye óxido de cinc dopado con aluminio. La novena capa incluye nitruro de silicio.

15 Entre estas capas, de la primera a la tercera capas, y de la quinta a la novena capas se depositaron mediante el siguiente procedimiento de pulverización iónica.

20 En primer lugar, se depositó una película de óxido de cinc dopado con aluminio sobre el sustrato de vidrio mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 30 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 70 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,5 kW.

A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de plata sobre la película de óxido de cinc dopado con aluminio mediante el uso de una diana de plata y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 100 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,1 kW.

25 A continuación, se depositó una película de nitruro de níquel y silicio sobre la película de plata mediante el uso de una diana de aleación que incluía un 80 % en peso de níquel y un 20 % en peso de silicio y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC de pulso sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 50 sccm) y nitrógeno gaseoso (caudal de 50 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,2 kW, y la frecuencia fue de 20 Hz.

30 A continuación, se depositó la cuarta capa hecha de sílice mediante la realización de un procedimiento de CVD de plasma. Las condiciones para la realización del procedimiento de CVD de plasma fueron las mismas condiciones usadas cuando se depositó la primera película de sílice en la muestra 3 descrita anteriormente del ensayo preliminar. Por lo tanto, la cuarta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,469 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual que el límite de detección.

35 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de óxido de cinc dopado con aluminio mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 30 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 70 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,5 kW.

40 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de plata mediante el uso de una diana de plata y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 100 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,1 kW.

45 A continuación, se depositó una película de titanio metálico mediante el uso de una diana de titanio metálico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 100 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,1 kW.

A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de óxido de cinc dopado con aluminio mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 30 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 70 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,5 kW.

50 A continuación, se depositó una película de nitruro de silicio mediante el uso de una diana de silicio metálico (una diana policristalina dopada con boro, contenido de silicio de un 99,999 % en masa) y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC de pulso sobre la misma. Se usaron nitrógeno gaseoso (caudal de 30 sccm) y argón gaseoso (caudal de 70 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministra una energía de 0,5 kW, y la frecuencia es de 20 kHz.

<Muestra 16 de vidrio de baja E>

5 Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 16 de vidrio de baja E) que tenía la configuración de capas similar a la muestra 15 de vidrio de baja E. Sin embargo, la muestra 16 de vidrio de baja E se fabricó para tener depositadas secuencialmente una primera capa (espesor diana de 40 nm), una segunda capa (espesor diana de 15 nm), una tercera capa (espesor diana de 15 nm), una cuarta capa (espesor diana de 20 nm), y una quinta capa (espesor diana de 65 nm), una sexta capa (espesor diana de 18,5 nm), una séptima capa (espesor diana de 5 nm), una octava capa (espesor diana de 25 nm), y una novena capa (espesor diana de 5 nm) sobre una superficie del sustrato de vidrio. Además, la tercera capa fue una película de nitruro de níquel y aluminio. La película de nitruro de níquel y aluminio se depositó sobre la película de plata mediante el uso de una diana de aleación que incluía un 10 50 % en masa de níquel y un 50 % en masa de aluminio y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC de pulso sobre la misma.

Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 15 de vidrio de baja E.

<Muestra 17 de vidrio de baja E>

15 Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 17 de vidrio de baja E) que tenía la configuración de capas similar a la muestra 15 de vidrio de baja E. Sin embargo, la muestra 17 de vidrio de baja E se fabricó para tener depositadas secuencialmente una primera capa (espesor diana de 35 nm), una segunda capa (espesor diana de 16 nm), una tercera capa (espesor diana de 10 nm), una cuarta capa (espesor diana de 20 nm), y una quinta capa (espesor diana de 60 nm), una sexta capa (espesor diana de 19 nm), una séptima capa (espesor diana de 5 nm), una octava capa (espesor diana de 25 nm), y una novena capa (espesor diana de 5 nm) sobre una superficie del sustrato de vidrio. Además, la tercera capa fue una película de nitruro de titanio y aluminio. La película de nitruro de titanio y aluminio se depositó sobre la película de plata mediante el uso de una diana de aleación que incluía un 20 90 % en masa de titanio y un 10 % en masa de aluminio y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC de pulso sobre la misma.

Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 15 de vidrio de baja E.

25 La siguiente Tabla 5 muestra colectivamente las condiciones de fabricación de la cuarta capa de las muestras 15 a 17 de vidrio de baja E junto con sus índices de refracción "n", los coeficientes de extinción "k", y el contenido de carbono.

<Tabla 5>

MUESTRA DE VIDRIO DE BAJA E	PROCEDIMIENTO DE DEPOSICIÓN DE LA 4ª CAPA	PRESIÓN DE DEPOSICIÓN (Pa)	DENSIDAD DE ENERGÍA DE DEPOSICIÓN (kW/m)	ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE LA 4ª CAPA $n$	COEFICIENTE DE EXTINCIÓN DE LA 4ª CAPA $k$	CONTENIDO DE C DE LA 4ª CAPA (%)	TRANSMITANCIA DE LUZ VISIBLE DESPUÉS DEL PROCEDIMIENTO TERMICO $T_v$ (%)	TRANSMITANCIA DE ENERGÍA DESPUÉS DEL PROCEDIMIENTO TERMICO $T_e$ (%)	REFLECTANCIA DE LUZ VISIBLE DEL LADO EXTERNO DESPUÉS DEL PROCEDIMIENTO TERMICO $R_{vout}$ (%)	REFLECTANCIA DE LUZ VISIBLE DEL LADO INTERNO DESPUÉS DEL PROCEDIMIENTO TERMICO $R_{vin}$ (%)
15	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MEJORES DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	45,4	21	18,5	11,5
16	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MEJORES DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	46,9	21,1	18	12,2
17	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MEJORES DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	48,1	21,3	15,9	10,8

<Muestra 18 de vidrio de baja E>

Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 18 de vidrio de baja E) como sigue a continuación.

En primer lugar, se preparó un sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio fue un vidrio sodocálcico que tenía unas dimensiones de 100 mm de altura x 100 mm de anchura x 6 mm de grosor.

- 5 Se depositaron secuencialmente una primera capa (espesor diana de 40 nm), una segunda capa (espesor diana de 12,5 nm), una tercera capa (espesor diana de 5 nm), una cuarta capa (espesor diana de 85 nm), una quinta capa (espesor diana de 19 nm), una sexta capa (espesor diana de 16 nm), y una séptima capa (espesor diana de 25 nm) sobre una superficie del sustrato de vidrio. De ese modo, se fabricó la muestra 18 de vidrio de baja E.

- 10 La primera capa incluye un óxido de cinc dopado con aluminio. La segunda capa incluye plata. La tercera capa incluye titanio. La cuarta capa incluye un óxido de cinc dopado con aluminio. La quinta capa incluye plata. La sexta capa incluye un nitruro de níquel y silicio. La séptima capa incluye sílice.

Entre estas capas, de la primera a la sexta capas se depositaron mediante el siguiente procedimiento de pulverización iónica.

- 15 En primer lugar, se depositó una película de óxido de cinc dopado con aluminio sobre el sustrato de vidrio mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 30 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 70 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,5 kW.

- 20 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de plata sobre la película de óxido de cinc dopado con aluminio mediante el uso de una diana de plata y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 100 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,1 kW.

A continuación, se depositó una película de titanio metálico mediante el uso de una diana de titanio metálico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 100 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,1 kW.

- 25 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de óxido de cinc dopado con aluminio mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 30 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 70 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,5 kW.

- 30 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó se depositó una película de plata mediante el uso de una diana de plata y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 100 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,1 kW.

- 35 A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de nitruro de níquel y silicio sobre la película de plata mediante el uso de una diana de aleación que incluía un 80 % en peso de níquel y un 20 % en peso de silicio y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC de pulso sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 50 sccm) y nitrógeno gaseoso (caudal de 50 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,2 kW, y la frecuencia fue de 20 Hz.

- 40 A continuación, se depositó la séptima capa hecha de sílice mediante la realización de un procedimiento de CVD de plasma. Las condiciones para la realización del procedimiento de CVD de plasma fueron las mismas condiciones usadas cuando se depositó la primera película de sílice en la muestra 3 descrita anteriormente del ensayo preliminar 2. Por lo tanto, la cuarta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,469 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono que es menor o igual que el límite de detección.

<Muestra 19 de vidrio de baja E>

- 45 Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 19 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la de la muestra 18 de vidrio de baja E. Sin embargo, la muestra 19 de vidrio de baja E se fabricó para tener una quinta capa que tenía un espesor diana de 14,5 nm, una sexta capa que tenía un espesor diana de 10 nm, y una séptima capa que tenía un espesor diana de 30 nm. El espesor diana de las demás capas fue el mismo que las de la muestra 18 de vidrio de baja E. Además, la sexta capa fue una película de nitruro de níquel y aluminio. La película de nitruro de níquel y aluminio se depositó sobre la película de plata mediante el uso de una diana de aleación que incluía un 50 % en masa de níquel y un 50 % en masa de aluminio y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC de pulso sobre la misma.
- 50

Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 18 de vidrio de baja E.

<Muestra 20 de vidrio de baja E>

5 Se fabricó una muestra de vidrio de baja E (muestra 20 de vidrio de baja E) que tenía una configuración de capas similar a la de la muestra 18 de vidrio de baja E. Sin embargo, la muestra 20 de vidrio de baja E se fabricó para tener una quinta capa que tenía un espesor diana de 18 nm y una sexta capa que tenía un espesor diana de 11 nm. El espesor diana de las demás capas fue el mismo que las de la muestra 18 de vidrio de baja E. Además, la sexta capa fue una película de nitruro de titanio y aluminio. La película de nitruro de titanio y aluminio se depositó sobre la película de plata mediante el uso de una diana de aleación que incluía un 90 % en masa de titanio y un 10 % en masa de aluminio y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC de pulso sobre la misma.

Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 18 de vidrio de baja E.

10 La siguiente Tabla 6 muestra colectivamente las condiciones de fabricación de la séptima capa de las muestras 18 a 20 de vidrio de baja E junto con sus índices de refracción "n", los coeficientes de extinción "k", y el contenido de carbono.

&lt;Tabla 6&gt;

MUESTRA DE VIDRIO DE BAJA E	PROCEDIMIENTO DE DEPOSICION DE LA 7ª CAPA	PRESIÓN DE DEPOSICION (Pa)	DENSIDAD DE ENERGÍA DE DEPOSICION (kW/m)	ÍNDICE DE REFRACCION DE LA 7ª CAPA $n$	COEFICIENTE DE EXTINCION DE LA 7ª CAPA k	CONTENIDO DE C DE LA 7ª CAPA (%)	TRANSMITANCIA DE LUZ VISIBLE DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO T <sub>v</sub> (%)	TRANSMITANCIA DE ENERGIA DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO T <sub>e</sub> (%)	REFLECTANCIA DE LUZ VISIBLE DEL LADO EXTERNO DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO R <sub>vout</sub> (%)	REFLECTANCIA DE LUZ VISIBLE DEL LADO INTERNO DESPUES DEL PROCEDIMIENTO TERMICO R <sub>vin</sub> (%)
18	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	42,7	20,8	14,5	21,7
19	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	40,6	20,2	13,4	29,0
20	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	80	1,469	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	43,7	20,4	14,0	23,1

<Ensayo de la propiedad de resistencia térmica>

Se realizaron ensayos de la propiedad de resistencia térmica en las muestras 15 a 20 de vidrio de baja E. El ensayo de la propiedad de resistencia térmica se realizó mediante la realización de un procedimiento térmico en cada muestra de vidrio de baja E durante 9 minutos en una atmósfera de aire de 730 °C.

5 <Cálculo óptico de configuración emparejada de vidrio de baja E>

Se midió la transmitancia espectral y la reflectancia espectral en una región de longitud de onda de 250 nm a 2500 nm mediante el uso de un espectrofotómetro (fabricado por Hitachi Ltd., U4100) después de realizar el procedimiento térmico en cada muestra de vidrio de baja E.

10 A continuación, se calculó el rendimiento del vidrio de baja E (transmitancia de luz visible  $T_v$ , transmitancia de energía  $T_e$ , reflectancia de luz visible sobre un lado exterior  $R_{vout}$ , reflectancia de luz visible sobre un lado interior  $R_{vin}$ ) como una configuración emparejada mediante el uso de los resultados de medición de la transmitancia y la reflectancia espectral. Una configuración emparejada de vidrio de acuerdo con la realización de la presente invención es un vidrio de baja E que incluye un sustrato de vidrio sodocálcico que está provisto en un lado interior y que tiene un grosor de 6 mm y otro sustrato de vidrio sodocálcico que está provisto en un lado exterior (lado de la luz solar) y que tiene un grosor de 6 mm. Las demás condiciones de deposición son las mismas que las de la muestra 3 de espejo. Se proporciona una capa de aire de 12 mm entre ambos sustratos de vidrio. El rendimiento del vidrio de baja E de la configuración emparejada se calcula de conformidad con la norma ISO 90502003.

20 Las Tablas 5 y 6 descritas anteriormente muestran los valores de la transmitancia de luz visible  $T_v$ , la transmitancia de energía  $T_e$ , la reflectancia de luz visible  $R_{vout}$  sobre un lado exterior, y la reflectancia de luz visible  $R_{vin}$  sobre un lado interior después de que se realice el procedimiento térmico en cada pareja de vidrio incluyendo las muestras 15-20 de vidrio de baja E.

25 Las terceras capas de las muestras 15 y 16 tienen una propiedad de absorción de luz debido a que se incluye un nitruro de níquel en la tercera capa. Sin embargo, cuando la tercera capa se oxida mediante un procedimiento térmico, la propiedad de absorción de luz se reduce y se vuelve más cercana a una película transparente. Sin embargo, debido a que la cuarta capa que se proporcionan sobre una parte superior de la tercera capa y que incluye una película de sílice tiene una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria, se previene que la tercera capa se oxide durante el procedimiento térmico para mantener su propiedad de absorción de luz. De ese modo, la transmitancia de luz visible  $T_v$  de las muestras 15 y 16 es menor o igual de un 50 % y la transmitancia de energía  $T_e$  de las muestras 15 y 16 es menor o igual de un 22 % después del procedimiento térmico. Por lo tanto, se puede entender que se puede prevenir el aumento de la transmitancia debido a la oxidación de la tercera capa. Además, la reflectancia de las muestras 15 y 16 es menor o igual de un 20 %. Por lo tanto, se puede entender que la reflectancia se puede mantener para que sea baja en correspondencia con la absorción de luz solar.

35 A continuación, aunque la tercera capa de la muestra 17 tiene una propiedad de absorción de luz debido al nitruro de titanio incluido en la tercera capa, se previene que el nitruro de titanio incluido en la tercera capa se oxide y se mantiene su propiedad de absorción de luz debido a que la película de sílice incluida en la cuarta capa tiene una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria. De ese modo, las  $T_v$ ,  $T_e$ ,  $R_{vout}$ , y  $R_{vin}$  se pueden mantener para que sean bajas.

40 De forma similar, aunque las sextas capas de las muestras 18 y 19 tienen cada una una propiedad de absorción de luz debido al nitruro de níquel incluido en la sexta capa, se previene que la sexta capa se oxide y se mantiene su propiedad de absorción de luz debido a que la película de sílice incluida en la séptima capa tiene una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria. De ese modo, las  $T_v$ ,  $T_e$ ,  $R_{vout}$ , y  $R_{vin}$  se pueden mantener para que sean bajas. Además, aunque las sextas capas de las muestras 18 y 19 tienen cada una una propiedad de absorción de luz debido al nitruro de níquel incluido en la sexta capa, se previene que la sexta capa se oxide durante el procedimiento térmico y se mantiene su propiedad de absorción de luz debido a que la película de sílice incluida en la séptima capa tiene una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria. De forma similar, aunque la sexta capa de la muestra 20 tiene una propiedad de absorción de luz debido al nitruro de titanio incluido en la sexta capa, se previene que la sexta capa se oxide durante el procedimiento térmico y se mantiene su propiedad de absorción de luz debido a que la película de sílice incluida en la séptima capa tiene una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria. De ese modo, las  $T_v$ ,  $T_e$ ,  $R_{vout}$ , y  $R_{vin}$  se pueden mantener para que sean bajas.

50 <Ensayo de la propiedad de resistencia térmica de una muestra de espejo>

De acuerdo con los resultados de los ensayos preliminares, se confirma que una película de sílice tiene una propiedad de barrera frente al oxígeno satisfactoria cuando el índice de refracción "n" de la película de sílice excede de 1,467. A continuación, se fabrica una muestra de espejo que tiene una configuración de un aparato de espejo real. Además, se evalúa la propiedad de resistencia térmica de cada muestra.

55 <Muestra 1 de espejo>

Se fabricó una muestra de espejo (muestra de espejo 1) como sigue a continuación.

En primer lugar, se preparó un sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio tiene unas dimensiones de 100 mm de altura x 100 mm de anchura x 3 mm de grosor. El sustrato de vidrio es un vidrio no alcalino que tiene un contenido de  $\text{Na}_2\text{O}$  de un 0 % en masa. Se depositaron secuencialmente una primera capa (espesor diana de 20 nm), una segunda capa (espesor diana de 120 nm), una tercera capa (espesor diana de 2,2 nm), una cuarta capa (espesor diana de 50 nm), y una quinta capa (espesor diana de 50 nm) sobre una superficie del sustrato de vidrio. De ese modo, se fabricó la muestra 1 de espejo que tenía la configuración de capas que se ilustra en la Figura 3.

La primera capa incluye un óxido de cinc dopado con aluminio. La segunda capa incluye una aleación de plata que tiene un contenido de oro de un 1 % en masa. La tercera capa incluye un óxido de cinc dopado con aluminio. La cuarta capa incluye sílice. La quinta capa incluye nitruro de silicio.

Entre estas capas, de la primera a la tercera capas, y la quinta capa se depositaron mediante un procedimiento de pulverización iónica convencional.

En primer lugar, se depositó una película de óxido de cinc dopado con aluminio sobre un sustrato de vidrio mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC sobre la misma. Se usaron argón gaseoso (caudal de 60 sccm) y oxígeno gaseoso (caudal de 140 sccm) como gas de pulverización iónica. Se suministró una energía de 0,5 kW.

A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de aleación de plata sobre el sustrato de vidrio formado con la película de óxido de cinc dopado con aluminio mediante el uso de una diana de aleación de plata que contenía un 1 % en masa de oro y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 200 sccm) como gas de pulverización. Se suministró una energía de 0,9 kW.

A continuación, se depositó una película de cinc dopado con aluminio sobre la película de aleación de plata mediante el uso de una diana de cinc dopado con aluminio de un 5 % atómico y la realización de un procedimiento de pulverización iónica DC sobre la misma. Se usó argón gaseoso (caudal de 200 sccm) como gas de pulverización. Se suministró una energía de 0,05 kW.

A continuación, se depositó la cuarta capa hecha de sílice mediante la realización de un procedimiento de CVD de plasma. Las condiciones para la realización del procedimiento de CVD de plasma fueron las mismas condiciones usadas cuando se depositó la segunda película de sílice en la muestra 2 descrita anteriormente del ensayo preliminar. Por lo tanto, la cuarta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,4773 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual que el límite de detección.

A continuación, después de vaciar el gas remanente, se depositó una película de nitruro de silicio mediante el uso de una diana de silicio metálico (diana policristalina dopada con boro, contenido de silicio de un 99,999 % en masa) y la realización de un procedimiento de pulverización iónica reactiva DC de pulso sobre la misma. Se usaron nitruro gaseoso (caudal de 60 sccm) y argón gaseoso (caudal de 14 sccm) como gas de pulverización. Se suministró una energía de 1 kW, y la frecuencia fue de 20 kHz.

<Muestra 2 de espejo>

Se fabricó una muestra de espejo que incluía una configuración de capas similar a la muestra 1 de espejo (muestra 2 de espejo). Sin embargo, la cuarta capa de la muestra 2 de espejo se depositó mediante un procedimiento de CVD de plasma. Las condiciones para realizar el procedimiento de CVD de plasma fueron las mismas condiciones usadas cuando se depositó la segunda película de sílice en la muestra 3 descrita anteriormente del ensayo preliminar 2. Por lo tanto, la cuarta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,469 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual que el límite de detección.

Las demás condiciones de deposición fueron las mismas que para la muestra 1 de espejo.

<Muestra 3 de espejo>

Se fabricó una muestra de espejo que incluía una configuración de capas similar a la muestra 1 de espejo (muestra 3 de espejo). Sin embargo, la cuarta capa (es decir, la película de sílice) de la muestra 3 de espejo se depositó mediante un procedimiento de pulverización iónica convencional. Las condiciones para la realización del procedimiento de pulverización iónica fueron las mismas condiciones usadas cuando se depositó la segunda película de sílice en la muestra 5 descrita anteriormente del ensayo preliminar 2. Por lo tanto, la cuarta capa tiene un índice de refracción "n" de 1,4602 y un coeficiente de extinción "k" menor de  $1 \times 10^{-7}$  a una longitud de onda de 632 nm.

La quinta capa de la muestra 3 de espejo incluye dióxido de titanio (espesor diana de 50 nm) en lugar de nitruro de silicio.

Las demás condiciones de deposición son las mismas que para la muestra 1 de espejo.

<Muestra 4 de espejo>

## ES 2 658 046 T3

Se fabricó una muestra de espejo que incluía una configuración de capas similar a la muestra 1 de espejo (muestra 4 de espejo). Sin embargo, la quinta capa de la muestra 4 de espejo incluye nitruro de silicio (espesor diana de 50 nm) en lugar de dióxido de titanio.

Las demás condiciones de deposición son las mismas que para la muestra 3 de espejo.

- 5 La Tabla 7 muestra colectivamente las condiciones de fabricación de la cuarta capa de las muestras 1 a 4 de espejo junto con sus índices de refracción "n", los coeficientes de extinción "k", y el material de la quinta capa.

&lt;Tabla 7&gt;

MUESTRA DE ESPEJO	PROCEDIMIENTO DE DEPOSICIÓN DE LA 4ª CAPA	PRESIÓN DE DEPOSICIÓN (Pa)	ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE LA 4ª CAPA n	COEFICIENTE DE EXTINCIÓN 4ª CAPA k	CONTENIDO DE C DE LA 4ª CAPA (%)	5ª CAPA	REFLECTANCIA DE ENERGÍA Re (%)	RESULTADO DE OBSERVACIÓN EXTERNA
1	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,56	1,4773	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	SiN	94,85	TRANSPARENTE
2	PROCEDIMIENTO DE CVD DE PLASMA	0,35	1,469	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	SiN	95,4	TRANSPARENTE
3	PROCEDIMIENTO DE PULVERIZACIÓN IÓNICA	0,27	1,4602	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	TiO <sub>2</sub>	91,22	DESCUBIERTA TURBIDEZ
4	PROCEDIMIENTO DE PULVERIZACIÓN IÓNICA	0,27	1,4602	MENOS DE $1 \times 10^{-7}$	N.D.	SiN	92,93	DESCUBIERTA TURBIDEZ

<Ensayo de la propiedad de resistencia térmica>

Se realizaron ensayos de la propiedad de resistencia térmica en las muestras 1 a 4 de espejo. El ensayo de la propiedad de resistencia térmica se realiza mediante la realización de un procedimiento térmico en cada muestra de espejo durante 3 horas en una atmósfera de 500 °C.

- 5 Se mide la reflectancia de energía solar  $R_e$  de cada muestra de espejo después de realizar el procedimiento térmico en cada muestra de espejo. La reflectancia de energía solar  $R_e$  es un valor que se calcula de conformidad con la norma ISO 9050-2003. Más específicamente, la reflectancia de energía solar  $R_e$  se refiere a una media ponderada obtenida multiplicando la reflectancia espectral absoluta medida (de 300 nm a 2500 nm) por un coeficiente ponderado que incluye una distribución espectral media de la luz solar. Además, se observa el aspecto de cada muestra de espejo después de realizar el procedimiento térmico mediante inspección visual.

10 Los resultados del ensayo de la propiedad de resistencia térmica de cada muestra de espejo se muestran en la Tabla 7 descrita anteriormente.

- 15 De acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 7, las muestras 1 y 2 de espejo después del procedimiento térmico tienen una reflectancia de energía  $R_e$  considerablemente alta en comparación con las de las muestras 3 y 4 de espejo. Además, se reconoce turbidez en las muestras 3 y 4 de espejo después del procedimiento térmico. Por otra parte, no se reconoce ninguna irregularidad particular a partir de los aspectos de las muestras 1 y 2 de espejo.

- 20 Con las muestras 1 y 2 de espejo que incluyen una cuarta capa que tiene una película de sílice que tiene un índice de refracción "n" que es mayor o igual de 1,466 y un coeficiente de extinción "k" que es menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  en una región de longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono que es menor o igual de un 3 % atómico, se puede obtener una propiedad de resistencia térmica satisfactoria en comparación con las muestras 3 y 4 de espejo que incluyen una cuarta capa que tiene una película de sílice que tiene un índice de refracción "n" hasta un grado de 1,46.

**Aplicabilidad industrial**

- 25 La presente invención se puede usar, por ejemplo, en un vidrio de baja E que tiene baja emisividad. Además, la presente invención se puede usar, por ejemplo, en un espejo secundario de un sistema de generación de energía solar de tipo Fresnel o de tipo torre.

La presente solicitud se basa en el documento de Solicitud de Prioridad Japonesa n.º 2013-102074 presentado el 14 de mayo de 2013, en la Oficina de Patentes Japonesa.

30 **Explicación de los numerales de referencia**

- 100 miembro reflectante
- 110 sustrato de vidrio
- 120 película reflectante metálica
- 130 película protectora
- 35 200 vidrio de baja E
- 210 sustrato de vidrio
- 220 primera capa
- 230 segunda capa
- 240 tercera capa
- 40 250 cuarta capa
- 260 quinta capa
- 300 aparato de espejo
- 310 sustrato de vidrio
- 320 primera capa
- 45 330 segunda capa
- 340 tercera capa
- 350 cuarta capa
- 360 quinta capa

**REIVINDICACIONES**

1. Película protectora situada sobre una parte superior de una película metálica para proteger la película metálica que está situada sobre un sustrato de vidrio, comprendiendo la película protectora:
- 5 una película de sílice;  
en la que la película de sílice tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" menor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico.
2. Miembro reflectante que comprende:
- 10 un sustrato de vidrio;  
una película reflectante metálica; y  
una película protectora para proteger la película reflectante metálica;  
en el que la película protectora incluye una película de sílice,  
en la que la película de sílice tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$  y un índice de refracción "n" menor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o  
15 igual de un 3 % atómico.
3. El miembro reflectante de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la película reflectante metálica incluye plata o una aleación de plata.
4. El miembro reflectante de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, que comprende además:
- 20 al menos una película individual provista entre el sustrato de vidrio y la película reflectante metálica, y seleccionada entre un grupo que incluye un nitruro metálico, un óxido metálico, y un oxinitruro metálico.
5. El miembro reflectante de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que se proporciona una película que tiene un índice de refracción mayor que la película de sílice sobre un lado de la película de sílice que está opuesto a la película reflectante metálica.
6. El miembro reflectante de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la película que tiene un índice de refracción mayor que la película de sílice es una película de nitruro de silicio.
7. El miembro reflectante de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6, en el que el sustrato de vidrio incluye un vidrio que tiene un contenido de óxido de sodio menor o igual de un 4 % en masa.
8. Vidrio de baja E que comprende:
- el miembro reflectante de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6.
- 30 9. Espejo secundario de un sistema generador de energía solar que comprende:
- el miembro reflectante de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 7.
10. Procedimiento de producción de una película protectora provista sobre una parte superior de una película metálica situada sobre un sustrato de vidrio, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 35 (a) depositar una película reflectante metálica sobre una parte superior del sustrato de vidrio; y  
(b) depositar una película de sílice sobre una parte superior de la película reflectante metálica;
- en el que la etapa (b) se realiza mediante un procedimiento de CVD de plasma en unas condiciones en las que la presión es menor o igual de 2 Pa.
11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10,  
40 en el que la película de sílice depositada en la etapa (b) tiene un coeficiente de extinción "k" menor o igual de  $1 \times 10^{-4}$ , un índice de refracción "n" menor o igual de 1,466 a una longitud de onda de 632 nm, y un contenido de carbono menor o igual de un 3 % atómico.
12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en el que la etapa (a) se realiza mediante un procedimiento de pulverización iónica.
13. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12,  
45 en el que las etapas (a) y (b) se realizan mediante un procedimiento en línea.
14. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13, en el que la película reflectante metálica incluye plata o una aleación de plata.
15. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 14, que comprende además una etapa de:

(c) formar una película que tiene un índice de refracción mayor que la película de sílice sobre una parte superior de la película de sílice.

16. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la película que tiene un índice de refracción mayor que la película de sílice es una película de nitruro de silicio.

FIG.1

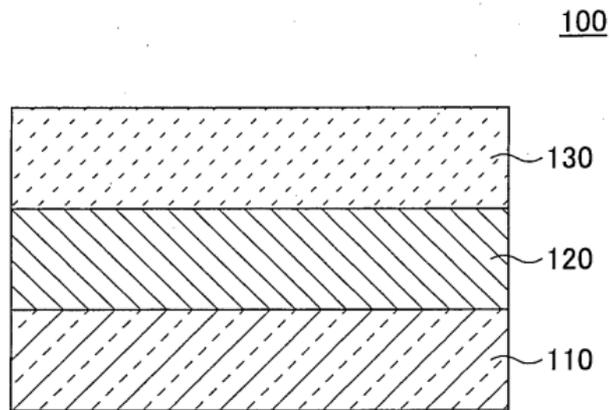


FIG.2

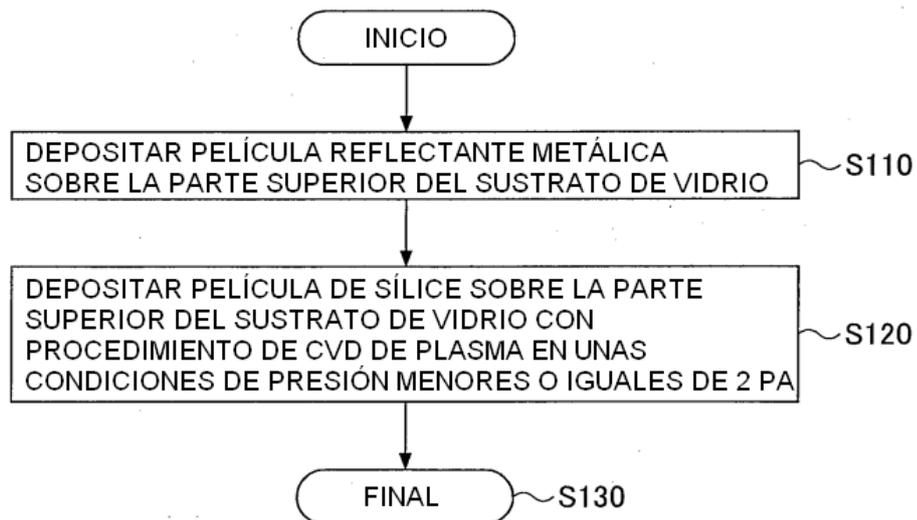


FIG.3

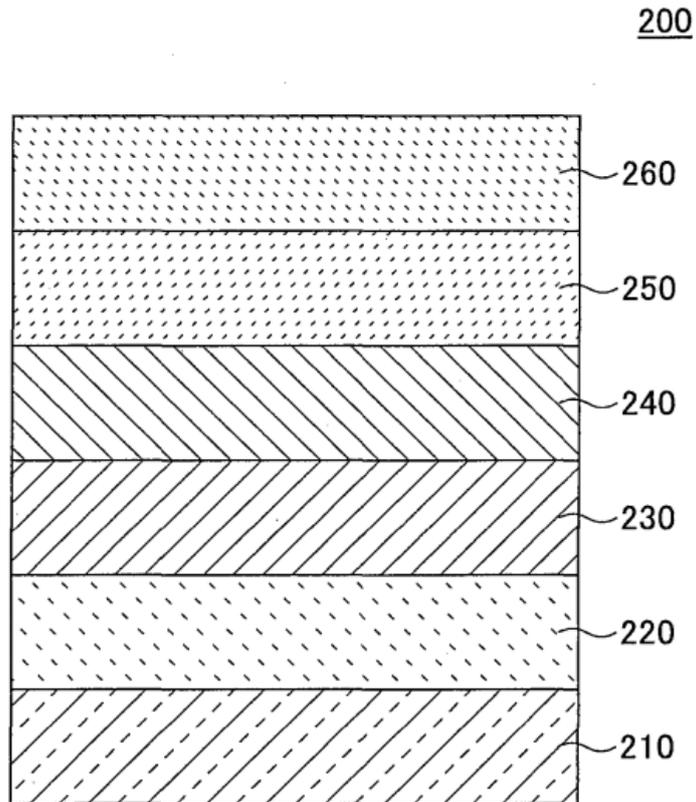


FIG.4

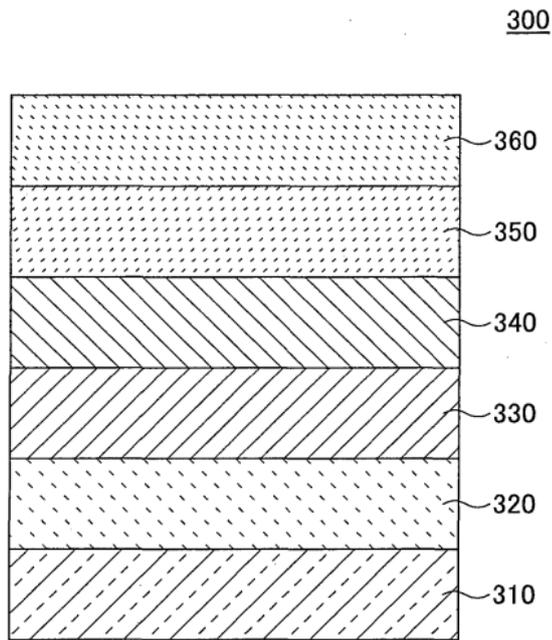


FIG.5

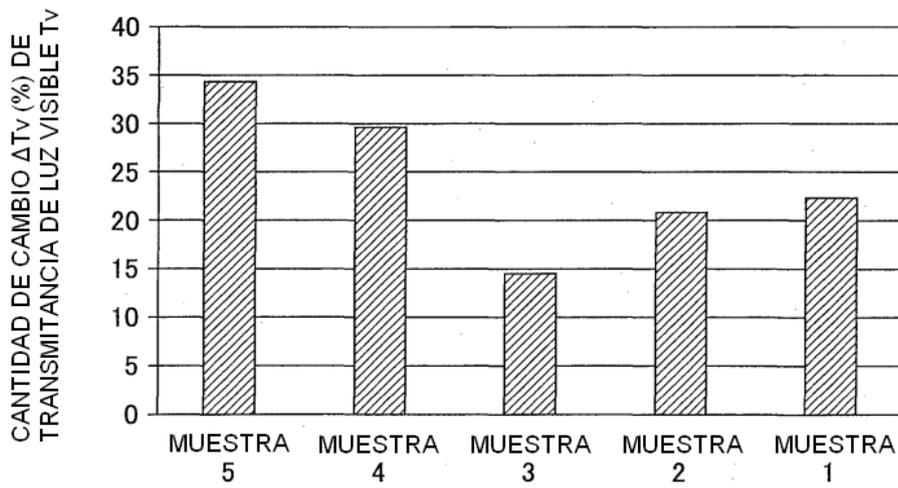


FIG.6

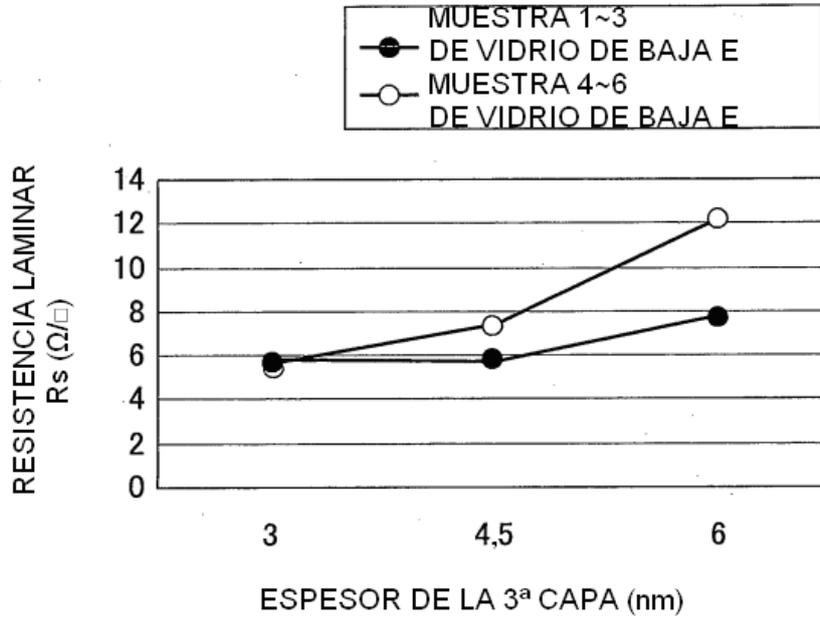


FIG.7

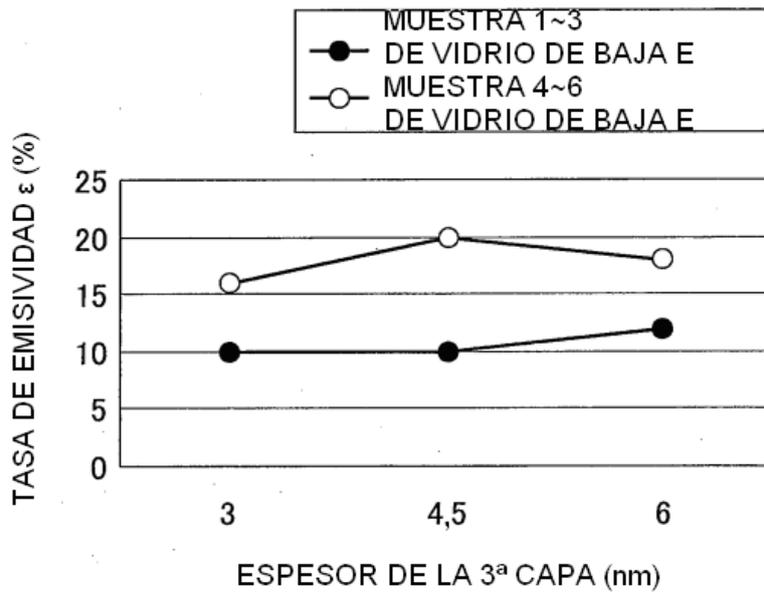


FIG.8

