

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 100**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2014 PCT/US2014/024552**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14159640**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2014 E 14773055 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2969993**

54 Título: **Método para generar recubrimientos de baja emisividad y alta LSG con el mismo color después del tratamiento térmico**

30 Prioridad:

14.03.2013 US 201313804766

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

23.10.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DING, GUOWEN;
LINGLE, PHIL;
CHENG, JEREMY;
JU, TONG;
LE, MINH, HUU;
SCHWEIGERT, DANIEL;
SUN, ZHI-WEN y
ZHANG, GUIZHEN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 687 100 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para generar recubrimientos de baja emisividad y alta LSG con el mismo color después del tratamiento térmico

5

Campo de la invención

En general, la presente invención se refiere a películas que proporcionan una alta transmitancia y una baja emisividad y, más particularmente, a tales películas depositadas sobre sustratos transparentes.

10

Antecedentes de la invención

Los vidrios de control de la luz solar se usan comúnmente en aplicaciones, tales como ventanas de vidrio de edificios y ventanas de vehículos, que ofrecen normalmente una alta transmisión visible y una baja emisividad. La alta transmisión visible puede permitir que pase más luz solar a través de las ventanas de vidrio, resultando deseable de este modo en muchas aplicaciones de ventanas. La baja emisividad puede bloquear la radiación de infrarrojos (IR) para reducir el calentamiento interior no deseable.

15

En los vidrios de baja emisividad, la radiación de IR se refleja principalmente con una absorción y una emisión mínimas, reduciendo de este modo la transferencia de calor hacia y desde la superficie de baja emisividad. Los paneles de baja emisividad, o baja-e, se forman a menudo mediante la deposición de una capa reflectante (por ejemplo, de plata) sobre un sustrato, tal como vidrio. La calidad global de la capa reflectante, tal como con respecto a la texturización y la orientación cristalográfica, resulta importante para lograr el rendimiento deseado, tal como una baja emisividad y una alta transmisión de luz visible (es decir, una alta reflexión de calor). Con el fin de proporcionar adhesión, así como protección, se forman normalmente varias capas diferentes tanto debajo de como sobre la capa reflectante. Las diversas capas incluyen normalmente capas dieléctricas, tales como nitruro de silicio, óxido de estaño y óxido de zinc, para proporcionar una barrera entre la pila y tanto el sustrato como el entorno, así como para actuar como cargas ópticas y funcionar como capas de recubrimiento antirreflectantes para mejorar las características ópticas del panel.

20

25

30

Los recubrimientos de baja emisividad también pueden diseñarse para proporcionar propiedades de sombra deseadas. Cuando la luz del sol alcanza una ventana, una porción puede pasar a través de la ventana, una porción puede reflejarse de vuelta y una porción puede absorberse, que puede calentar diversas partes de la ventana. Una porción del calor absorbido puede fluir hacia el interior de la casa, calentando el aire en la casa. De esta manera, después la luz solar golpea una ventana de vidrio, además de iluminar el interior, la radiación solar incidente puede pasar también a través de la ventana para calentar la casa. Entonces el Coeficiente de Ganancia Térmica Solar (SHGC, por sus siglas en inglés) se define como la cantidad fraccional de la energía solar que golpea la ventana que acaba calentando la casa. Pueden usarse también otros términos, tales como propiedad de sombra solar o Luz a Ganancia Solar (LSG, por sus siglas en inglés), que se usa para describir la relación entre la iluminación y el calentamiento a partir de la irradiación solar. La Luz a Ganancia Solar se define como la relación de transmisión de luz visible a coeficiente de ganancia de calor solar. En el tiempo con calor, es deseable tener vidrio de alta LSG. Por ejemplo, se recomienda generalmente que los recubrimientos de vidrio comerciales tengan una LSG mayor de 1,8.

35

40

Puede haber un intercambio entre tener una transmitancia visible alta y alta luz a ganancia solar. El vidrio transparente puede proporcionar alta transmitancia de luz pero también alta ganancia solar, por ejemplo, baja luz a ganancia solar. El vidrio oscuro puede proporcionar baja ganancia solar, pero también baja transmitancia de luz. El gas de recubrimiento de baja emisividad de recubrimiento de Ag puede proporcionar mejoras significativas en términos tanto de transmitancia de luz visible como propiedades de luz a ganancia solar. Sin embargo, las mejoras adicionales en la luz a ganancia solar es difícil, por ejemplo, recubrimientos de baja emisividad que tengan una capa de Ag más gruesa, o tener múltiples capas de Ag, por ejemplo doble capa de Ag o triple capa de Ag, puede reducir la ganancia de calor solar, pero a expensas de una menor transmisión de luz.

45

50

Otra característica deseada de los recubrimientos de vidrio es la propiedad de color neutro, por ejemplo, vidrio incoloro. Los recubrimientos de vidrio no deben exhibir matices observables, por ejemplo, más rojo o azul del que se desea.

55

Otra característica deseada de los recubrimientos de vidrio es la compatibilidad de temperatura, por ejemplo, rendimiento y apariencia similares antes y después del tratamiento de calor. Ya que el vidrio puede templarse, por ejemplo, implicando calentar el vidrio a 600 - 700 °C, los recubrimientos de baja emisividad pueden cambiar significativamente durante el proceso de tratamiento de calor. Para acomodar los cambios de templado, pueden proporcionarse recubrimientos de baja emisividad en una versión templable (por ejemplo, tratarse con calor) y una versión no templable (no tratada con calor). El apilado de película de la versión templable puede diseñarse para tener propiedades compatibles con aquellas de la versión no templable.

60

65

El documento de referencia US 2010/0203239 A1 desvela un método para recubrir un sustrato.

El documento de referencia EP 2 444 381 A1 desvela un cristal transparente con un recubrimiento eléctricamente calentable.

5 Sería deseable proporcionar recubrimientos de baja emisividad que proporcionen alta transmitancia visible, alta luz a ganancia solar, color neutro y estabilidad térmica para el color y el rendimiento óptico.

Sumario de la divulgación

10 En algunas realizaciones, métodos y paneles recubiertos fabricados a partir de los métodos, se desvelan para formar múltiples recubrimientos, por ejemplo, múltiples capas reflectantes de infrarrojos, con cambio mínimo de color antes y después de los tratamientos de calor. Por ejemplo, añadiendo capas de separación apropiadas entre las capas reflectantes de infrarrojos, puede reducirse la interferencia entre los recubrimientos, dando lugar a reflejo del color consistente independientemente de los procesos de alta temperatura. Las capas de separación pueden incluir una capa de óxido de metal, junto con una capa de barrera de aleación Ni-Nb para las capas reflectantes de infrarrojos. 15 Además, las capas de óxidos de metal pueden encapsular las capas reflectantes de infrarrojos, por ejemplo, formando una capa de base por debajo de una capa reflectante de infrarrojos de fondo y una capa protectora sobre una capa reflectante de infrarrojos superior, que puede mejorar además la resistencia del color a exposiciones térmicas.

20 En algunas realizaciones, la capa de óxido de metal puede incluir cinc, estaño y oxígeno, formando un óxido de cinc y estaño tal como Zn_2SnO_x , siendo x menos que o igual a aproximadamente 4. El espesor de la capa de óxido de metal puede ser entre 50 y 100 nm, por ejemplo, suficiente para reducir cualquier interacción entre las pilas reflectantes de infrarrojos superior y del fondo.

25 En algunas realizaciones, la capa de barrera de aleación Ni-Nb puede incluir níquel, niobio, titanio y oxígeno, formando un óxido de níquel niobio y titanio, tal como $NiNbTiO_x$, siendo x entre el 10 y el 30 % en peso. Por ejemplo, la capa de $NiNbTiO_x$ puede depositarse por bombardeo iónico a una presión parcial de oxígeno, por ejemplo, en una mezcla de oxígeno y argón, para controlar la cantidad del contenido de oxígeno en la capa de barrera de óxido. El espesor de la capa de barrera de aleación Ni-Nb puede estar entre 1 y 5 nm, por ejemplo, suficiente para proteger la 30 capa inferior reflectante infrarroja.

En algunas realizaciones, la capa de óxido de metal, por ejemplo, Zn_2SnO_x , puede usarse como una capa de base para los múltiples recubrimientos, por ejemplo bajo la primera capa reflectante de infrarrojos y como una capa protectora para los múltiples recubrimientos, por ejemplo sobre la segunda capa reflectante de infrarrojos. El espesor 35 de la capa de base o de la capa protectora puede ser entre 10 y 40 nm.

Breve descripción de los dibujos

40 Para facilitar la comprensión, se han usado números de referencia idénticos, siempre que ha sido posible, para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Los dibujos no son a escala y las dimensiones relativas de los diversos elementos en los dibujos se representan esquemáticamente y no necesariamente a escala.

Las técnicas de la presente invención pueden comprenderse fácilmente mediante la consideración de la siguiente descripción detallada en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que:

45 La Figura 1 ilustra un panel 105 transparente de baja emisividad según algunas realizaciones.
 Las Figuras 2A - 2B ilustran sistemas de deposición física en fase vapor (PVD) según algunas realizaciones.
 La Figura 3 ilustra un sistema de deposición en línea según algunas realizaciones.
 50 Las Figuras 4A - 4B ilustran diferentes configuraciones para formar pilas de baja emisividad de acuerdo con algunas realizaciones.
 Las Figuras 5A - 5B ilustran diferentes configuraciones para formar pilas de baja emisividad de acuerdo con algunas realizaciones.
 La Figura 6 ilustra una pila de baja emisividad de acuerdo con algunas realizaciones.
 55 La Figura 7 ilustra la transmisión y la reflexión de la pila de baja emisividad antes y después de un tratamiento de calentamiento de alta temperatura de acuerdo con algunas realizaciones.
 La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo para la pulverización por bombardeo iónico de capas recubiertas según algunas realizaciones.
 La Figura 9 ilustra un diagrama de flujo para la pulverización por bombardeo iónico de capas recubiertas según algunas realizaciones.

60

Descripción detallada de la divulgación

A continuación, se proporciona una descripción detallada de una o más realizaciones, junto con las figuras adjuntas. La descripción detallada se proporciona en relación con tales realizaciones, pero no se limita a ningún ejemplo 65 particular. El alcance está limitado únicamente por las reivindicaciones y se abarcan numerosas alternativas, modificaciones y equivalentes. Se exponen numerosos detalles específicos en la siguiente descripción con el fin de

proporcionar una comprensión completa. Estos detalles se proporcionan con fines de ejemplo y las técnicas descritas pueden ponerse en práctica según las reivindicaciones sin algunos o todos estos detalles específicos. Con fines de claridad, no se ha descrito con detalle el material técnico que se conoce en los campos técnicos relacionados con las realizaciones para evitar el oscurecimiento innecesario de la descripción.

5 En algunas realizaciones, se desvelan métodos y paneles recubiertos fabricados a partir de los métodos, para formar recubrimientos de baja emisividad que puedan proporcionar alta transmisión visible, alta luz a ganancia solar y mínimo cambio de color antes y después de los tratamientos de calor. Los recubrimientos de baja emisividad pueden incluir múltiples capas reflectantes de infrarrojos para aumentar la propiedad de luz a ganancia solar. Los recubrimientos de baja emisividad pueden incluir optimización de material y espesor para aumentar la propiedad de transmisión visible. Además, los recubrimientos de baja emisividad pueden incluir una capa de separación entre las múltiples capas reflectantes de infrarrojos, por ejemplo, para reducir la interferencia entre los recubrimientos, dando lugar a un reflejo de color consistente independientemente de los procesos de alta temperatura.

15 En algunas realizaciones, la capa de separación puede incluir una capa de óxido de metal, tal como un óxido de cinc y estaño de Zn_2SnO_x , siendo x menos que o igual a aproximadamente 4. El espesor de la capa de óxido de metal puede ser entre 50 y 100 nm, por ejemplo, suficiente para reducir cualquier interacción entre las pilas reflectantes de infrarrojos superior y del fondo sin degradar significativamente la transmisión de luz visible.

20 En algunas realizaciones, los recubrimientos de baja emisividad pueden incluir una capa de barrera de aleación Ni-Nb para las capas reflectantes de infrarrojos. La capa de barrera de aleación Ni-Nb puede incluir níquel, niobio y oxígeno, junto con titanio, aluminio o cromo. Por ejemplo, la capa de barrera de aleación Ni-Nb puede incluir un óxido de níquel niobio y titanio, tal como $NiNbTiO_x$, con x entre el 10 y el 30 % en peso. Por ejemplo, la capa de $NiNbTiO_x$ puede depositarse por bombardeo iónico a una presión parcial de oxígeno, por ejemplo en una mezcla de oxígeno y argón, para controlar la cantidad de contenido de oxígeno en la capa de barrera de óxido. El espesor de la capa de barrera de aleación Ni-Nb puede estar entre 1 y 5 nm, por ejemplo, suficiente para proteger la capa inferior reflectante infrarroja.

30 En algunas realizaciones, los recubrimientos de baja emisividad pueden incluir una capa de separación de óxido metálico junto con una capa de barrera de aleación Ni-Nb.

Los recubrimientos de baja emisividad tienen alta transmisión de la luz visible y luz a ganancia solar mejorada (por ejemplo, $LSG > 2$), admitiendo la luz bloqueando el calor asociado a la luz del sol. Además, los recubrimientos de baja emisividad pueden ser resistentes térmicos, por ejemplo, cambios de color mínimos de los recubrimientos de vidrio después de una exposición a alta temperatura, por ejemplo, $R_g\Delta E < 3$ (cambio de color de reflejo lateral del vidrio).

40 En algunas realizaciones, se desvelan métodos y aparatos para la elaboración de paneles recubiertos. Los paneles recubiertos pueden incluir capas recubiertas formadas sobre los mismos, tales como una capa reflectante de infrarrojos fina de baja resistividad que tiene un material conductor, tal como plata. La capa reflectante de infrarrojos puede incluir un material conductor, con el porcentaje de reflectancia proporcional a la conductividad. De este modo, una capa metálica, por ejemplo, de plata, puede usarse como capa reflectante de infrarrojos en recubrimientos de baja emisividad. Para mantener la conductividad de la capa reflectante de infrarrojos, por ejemplo, la capa de plata, por ejemplo, frente a la oxidación por deposición de capas posteriores o por recocidos posteriores de alta temperatura, puede formarse una capa de barrera sobre la capa de plata.

50 En algunas realizaciones, se desvelan paneles transparentes recubiertos mejorados, tales como un vidrio recubierto, que tiene una transmisión de luz visible y una reflexión de IR aceptables. También se desvelan métodos para la producción de los paneles transparentes recubiertos mejorados que incluyen capas específicas en una pila de recubrimiento.

Los paneles transparentes recubiertos pueden incluir un sustrato de vidrio o cualquier otro sustrato transparente, tal como sustratos elaborados a partir de polímeros orgánicos. Los paneles transparentes recubiertos pueden usarse en aplicaciones de ventanas, tales como ventanas de vehículos y de edificios, lucernarios o puertas de vidrio, ya sea en acristalamientos monolíticos o múltiples acristalamientos con o sin una capa intermedia de plástico o un espacio intermedio sellado cargado de gas.

60 La Figura 1 ilustra un panel 100 transparente de baja emisividad según algunas realizaciones. El panel transparente de baja emisividad puede incluir un sustrato 110 de vidrio y una pila 105 de baja emisividad (baja-e) formada sobre el sustrato 110 de vidrio. El sustrato 110 de vidrio, en algunas realizaciones, se elabora a partir de un vidrio, tal como vidrio de borosilicato, y tiene un espesor de, por ejemplo, entre 1 y 10 milímetros (nm). El sustrato 110 puede ser cuadrado o rectangular y de aproximadamente 0,5 - 2 metros (m) de ancho. En algunas realizaciones, el sustrato 110 puede elaborarse a partir de, por ejemplo, plástico o policarbonato.

65 La pila 105 de baja-e puede incluir una capa protectora inferior 120, una pila 107 reflectante de infrarrojos, una capa de óxido superior 170, una capa de carga óptica 180 y una capa protectora superior 190. La pila 107 reflectante de

infrarrojos puede incluir una capa 130 de óxido de base, una capa 140 de semilla, una capa 150 reflectante y una capa 160 de barrera. Algunas capas pueden ser opcionales y pueden añadirse otras capas, tales como capas de interfaz o capas de adhesión. A continuación, se proporcionan detalles a modo de ejemplo en cuanto a la funcionalidad proporcionada por cada una de las capas 120-190.

5 Las diversas capas en la pila 105 de baja-e pueden formarse por secuencias (es decir, desde la parte inferior hasta la parte superior) sobre el sustrato 110 de vidrio usando una herramienta de procesamiento de deposición física en fase vapor (PVD) y/o de pulverización por bombardeo iónico (o potenciada con plasma) con reactivos. Por ejemplo, las capas pueden depositarse por bombardeo iónico usando diferentes procesos y equipos, por ejemplo, las dianas pueden bombardearse iónicamente en corriente directa (DC), DC pulsada, Corriente alterna (AC), radio frecuencia (RF) o cualquier otra condición adecuada. En algunas realizaciones, la pila 105 de baja-e se forma sobre todo el sustrato 110 de vidrio. Sin embargo, en otras realizaciones, la pila 105 de baja-e puede formarse únicamente sobre partes aisladas del sustrato 110 de vidrio.

15 La capa protectora inferior 120 se forma sobre la superficie superior del sustrato 110 de vidrio. La capa protectora inferior 120 puede incluir nitruro de silicio, oxinitruro de silicio u otro material de nitruro, tal como SiZrN, por ejemplo, para proteger las otras capas en la pila 105 de la difusión del sustrato 110 o para mejorar las propiedades de reducción de turbidez. En algunas realizaciones, la capa protectora inferior 120 se elabora a partir de nitruro de sodio y tiene un espesor de, por ejemplo, entre aproximadamente 10 nm y 50 nm, tal como de 25 nm.

20 La capa de base 130 se forma sobre la capa protectora inferior 120 y sobre el sustrato 110 de vidrio. La capa de óxido inferior es preferentemente una capa de óxido de aleación de metal o de metal y puede servir como capa antirreflectante. La capa de óxido de metal inferior 130 puede potenciar la cristalinidad de la capa reflectante 150, por ejemplo, mediante la potenciación de la cristalinidad de una capa 140 de semilla para la capa 150 reflectante, tal como se describe con más detalle más adelante.

30 La capa 140 puede usarse para proporcionar una capa de semilla para la capa reflectante de IR, por ejemplo, una capa de óxido de zinc depositada antes de la deposición de una capa reflectante de plata puede proporcionar una capa de plata con una resistividad baja, que puede mejorar sus características reflectantes. La capa de semilla 140 puede incluir un metal, tal como titanio, zirconio y/o hafnio, o una aleación de metal, tal como óxido de zinc, óxido de níquel, óxido de níquel y cromo, óxidos de aleación de níquel, óxidos de cromo u óxidos de aleación de cromo.

35 En algunas realizaciones, la capa de semilla 140 puede elaborarse a partir de un metal, tal como titanio, zirconio y/o hafnio, y tiene un espesor de, por ejemplo, 50 Å o inferior. En general, las capas de semilla son capas relativamente finas de materiales formados sobre una superficie (por ejemplo, un sustrato) para promover una característica particular de una capa posterior formada sobre la superficie (por ejemplo, sobre la capa de semilla). Por ejemplo, las capas de semilla pueden usarse para influir en la estructura cristalina (u orientación cristalográfica) de la capa posterior, que a veces se denomina "moldeado". Más particularmente, la interacción del material de la capa posterior con la estructura cristalina de la capa de semilla hace que la estructura cristalina de la capa posterior se forme en una orientación particular.

45 Por ejemplo, una capa de semilla de metal se usa para promover el crecimiento de la capa reflectante en una orientación cristalográfica particular. En algunas realizaciones, la capa de semilla de metal es un material con una estructura de cristal hexagonal y se forma con una orientación cristalográfica (002) que promueve el crecimiento de la capa reflectante en la orientación (111) cuando la capa reflectante tiene una estructura de cristal cúbica de caras centradas (por ejemplo, de plata), que resulta preferible para aplicaciones de paneles de baja-e.

50 En algunas realizaciones, la orientación cristalográfica puede estar caracterizada por la técnica de difracción de rayos X (XRD), que se basa en la observación de la intensidad dispersada de un haz de rayos X que golpea la capa, por ejemplo, la capa de plata o la capa de semilla, como una función de las características de rayos X, tales como los ángulos de incidencia y los ángulos de dispersión. Por ejemplo, la capa de semilla de óxido de zinc puede mostrar un pico (002) pronunciado y órdenes más altos en un patrón de difracción de 0 - 20. Esto sugiere que están presentes cristalitas de óxido de zinc con los respectivos planos orientados en paralelo a la superficie del sustrato.

55 En algunas realizaciones, las expresiones "capa de plata que tiene una orientación cristalográfica (111)" o "capa de semilla de óxido de zinc que tiene una orientación cristalográfica (002)" incluyen un significado de que existe una orientación cristalográfica (111) para la capa de plata o una orientación cristalográfica (002) para la capa de semilla de óxido de zinc, respectivamente. La orientación cristalográfica puede determinarse, por ejemplo, mediante la observación de los picos cristalográficos pronunciados en una caracterización de XRD.

60 En algunas realizaciones, la capa de semilla 140 puede ser continua y recubre todo el sustrato. Como alternativa, la capa de semilla 140 puede no formarse de una manera completamente continua. La capa de semilla puede distribuirse a través de la superficie del sustrato de tal manera que cada una de las áreas de capa de semilla esté separada lateralmente de las otras áreas de capa de semilla a través de la superficie del sustrato y no cubran por completo la superficie del sustrato. Por ejemplo, el espesor de la capa de semilla 150 puede ser una monocapa o menos, tal como de entre 2,0 y 4,0 Å, y la separación entre las secciones de capa puede ser el resultado de la

formación de tal capa de semilla fina (es decir, tal capa fina puede no formar una capa continua).

La capa reflectante 150 se forma sobre la capa de semilla 140. La capa reflectante de IR puede ser una capa metálica y reflectante, tal como de plata, oro o cobre. En general, la película reflectante de IR incluye un conductor eléctrico bueno, que bloquea el paso de la energía térmica. En algunas realizaciones, la capa reflectante 150 se elabora a partir de plata y tiene un espesor de, por ejemplo, 100 Å. Ya que la capa reflectante 150 se forma sobre la capa de semilla 140, por ejemplo, debido a la orientación cristalográfica (002) de la capa de semilla 140, se promueve el crecimiento de la capa reflectante 150 de plata en una orientación cristalina (111), que ofrece una resistencia de lámina baja, lo que conduce a una emisividad de panel baja.

Debido a la orientación texturizada (111) promovida de la capa reflectante 150 causada por la capa de semilla 140, se mejora la conductividad y la emisividad de la capa reflectante 150. Como resultado, puede formarse una capa reflectante 150 más fina que sigue proporcionando propiedades reflectantes suficientes y transmisión de luz visible. Adicionalmente, el espesor reducido de la capa reflectante 150 permite que se use menos material en cada panel que se fabrica, mejorando de este modo el rendimiento de fabricación y la eficacia, aumentando la vida útil de la diana (por ejemplo, plata) usada para formar la capa reflectante 150 y reduciendo los costes de fabricación globales.

Además, la capa de semilla 140 puede proporcionar una barrera entre la capa de óxido de metal 130 y la capa reflectante 150 para reducir la probabilidad de cualquier reacción del material de la capa reflectante 150 y el oxígeno en la capa de óxido de metal inferior 130, especialmente durante los procesos de calentamiento posteriores. Como resultado, se reduce la resistividad de la capa reflectante 150, aumentando de este modo el rendimiento de la capa reflectante 154 mediante la disminución de la emisividad.

Sobre la capa reflectante 150 se forma una capa de barrera 160. La capa de barrera 160 puede incluir níquel, niobio, titanio, aluminio, cromo y oxígeno. Para que la capa de plata sea lo más pura posible, la capa inmediatamente en la parte superior de la capa de plata (por ejemplo, la capa de barrera) puede ser importante protegiendo la plata de la oxidación, tal como durante el proceso de bombardeo de protones de oxígeno reactivo en la deposición de capas posteriores. Además, esta capa de barrera puede proteger la capa de plata contra la reacción con difusión de oxígeno durante el proceso de templado del vidrio, o durante uso a largo plazo donde la pieza de vidrio puede estar expuesta a humedad o al ambiente.

Además de la propiedad de barrera de difusión de oxígeno, hay otras propiedades deseables para la capa de barrera. Por ejemplo, ya que la capa de barrera se coloca directamente sobre la capa de plata, es deseable baja o nada de solubilidad del material de barrera en la plata para minimizar la reactividad entre la capa de barrera y la plata en la interfaz. La reacción entre la capa de barrera y la plata puede introducir impurezas a la capa de plata, reduciendo potencialmente la conductividad.

En algunas realizaciones, las estructuras de barrera pueden formarse en una capa reflectante de infrarrojos para proteger la capa reflectante de infrarrojos de la difusión de impurezas, junto con exhibir buena adhesión y buenas propiedades ópticas, por ejemplo, durante el proceso de fabricación.

Sobre la capa de barrera 160 se forma una capa de óxido superior 170, que puede funcionar como pila de película antirreflectante, incluyendo una capa individual o múltiples capas para diferentes fines funcionales. La capa antirreflectante 170 puede servir para reducir la reflexión de la luz visible, seleccionada basándose en la transmitancia, el índice de refracción, la adherencia, la durabilidad química y la estabilidad térmica. En algunas realizaciones, la capa antirreflectante 170 incluye óxido de estaño, que ofrece altas propiedades de estabilidad térmica. La capa antirreflectante 170 también puede incluir dióxido de titanio, nitruro de silicio, dióxido de silicio, oxinitruro de silicio, óxido de niobio, SiZrN, óxido de estaño, óxido de zinc y cualquier otro material dieléctrico adecuado.

La capa de carga óptica 180 puede usarse para proporcionar un espesor adecuado a la pila de baja-e, por ejemplo, para proporcionar una propiedad antirreflectante. La capa de carga óptica tiene preferentemente una transmitancia de luz visible alta. En algunas realizaciones, la capa de carga óptica 180 se elabora a partir de óxido de estaño y tiene un espesor de, por ejemplo, 100 Å. La capa de carga óptica puede usarse para ajustar las propiedades ópticas del panel 100 de baja-e. Por ejemplo, el espesor y el índice de refracción de la capa de carga óptica pueden usarse para aumentar el espesor de capa a un múltiplo de las longitudes de onda de luz entrantes, reduciendo de manera eficaz la reflectancia de luz y mejorando la transmitancia de luz.

Una capa protectora superior 190 puede usarse para la protección de la pila de película total, por ejemplo, para proteger el panel de la abrasión física o química. La capa protectora superior 190 puede ser una capa protectora exterior, tal como nitruro de silicio, oxinitruro de silicio, óxido de titanio, óxido de estaño, óxido de zinc, óxido de niobio o SiZrN.

En algunas realizaciones, las capas de adhesión pueden usarse para proporcionar adhesión entre las capas. Las capas de adhesión pueden elaborarse a partir de una aleación de metal, tal como de níquel-titanio, y tienen un espesor de, por ejemplo, 30 Å.

En función de los materiales usados, algunas de las capas de la pila 105 de baja-e pueden tener algunos elementos en común. Un ejemplo de tal pila puede usar un material basado en zinc en las capas dieléctricas de óxido 130 y 170. Como resultado, puede usarse un número relativamente bajo de diferentes dianas para la formación de la pila 105 de baja-e.

Además, en la fabricación de paneles de recubrimiento de baja emisividad, pueden usarse procesos de alta temperatura, por ejemplo, para hibridar las películas depositadas o para templar el sustrato de vidrio. Los procesos de alta temperatura pueden tener efectos adversos en el recubrimiento de baja emisividad, tales como cambiar la estructura o las propiedades ópticas, por ejemplo, el índice de refracción n o el coeficiente de absorción k , de las películas recubiertas. De esta manera es deseable la estabilidad térmica con respecto a propiedades ópticas, por ejemplo, el material de barrera puede tener bajo coeficiente de extinción, por ejemplo, baja absorción visible, tanto en forma metálica como en forma oxidada.

En algunas realizaciones, el recubrimiento puede incluir múltiples pilas reflectantes de infrarrojos 107, tales como pilas reflectantes de infrarrojos dobles o triples con dos o tres capas de plata reflectantes de infrarrojos.

En algunas realizaciones, se desvelan los efectos del proceso de deposición de las capas depositadas sobre la capa conductora de plata sobre la calidad de la capa conductora de plata. Puesto que la capa conductora de plata es deseablemente fina, por ejemplo, menor de 20 nm, para proporcionar una transmisión de luz visible alta, la calidad de la capa conductora de plata puede estar influida por la deposición de la capa posteriormente depositada, tal como la capa de barrera o la capa antirreflectante.

En algunas realizaciones, se desvelan procesos de deposición por pulverización por bombardeo iónico, que pueden aplicarse a una capa de barrera depositada sobre una capa conductora. Por ejemplo, la capa de barrera puede proteger la capa reflectante de infrarrojos de la oxidación. La capa de óxido puede funcionar como capa antirreflectante. Los materiales de la capa de barrera pueden reducir la reacción de la capa inferior conductora, tal como la oxidación, evitando la degradación de la resistividad y la emisividad.

En algunas realizaciones, la capa de barrera de aleación puede pulverizarse por bombardeo iónico desde una diana aleada o puede copulverizarse por bombardeo iónico desde diferentes dianas elementales sobre el mismo sustrato. El proceso puede incluir oxígeno para hacer a la película oxidada, o puede ser en Ar puro (que depositará una capa de barrera metálica) seguido de una exposición a un ambiente de oxígeno, por ejemplo, durante una deposición de capa de óxido de metal posterior o un proceso de hibridación de oxidación posterior.

Las Figuras 2A - 2B ilustran sistemas de deposición física en fase vapor (PVD) según algunas realizaciones. En la Figura 2A, un sistema de PVD, también comúnmente denominado sistema de pulverización por bombardeo iónico o sistema de deposición por pulverización por bombardeo iónico, 200 incluye un alojamiento que define, o encierra, una cámara de procesamiento 240, un sustrato 230, un conjunto de diana 210 y las especies reactivas distribuidas desde una fuente externa 220. Durante la deposición, la diana se bombardea con iones de argón, que libera partículas pulverizadas por bombardeo iónico hacia el sustrato 230. El sistema de pulverización por bombardeo iónico 200 puede realizar una deposición de protección con atmósfera sobre el sustrato 230, formando una capa depositada que recubre el sustrato entero, por ejemplo, el área del sustrato que pueden alcanzar las partículas de pulverización por bombardeo iónico generadas desde el conjunto de diana 210.

Los materiales usados en la diana 210 pueden incluir, por ejemplo, níquel, niobio y titanio para la capa de barrera, plata para la capa reflectante infrarroja y otros metales para otras capas. Adicionalmente, los materiales usados en las dianas pueden incluir oxígeno, nitrógeno o una combinación de oxígeno y nitrógeno con el fin de formar los óxidos, nitruros y oxinitruros de los metales descritos anteriormente. Las diferentes dianas pueden usarse para depositar diferentes capas en los recubrimientos de baja e, además de la capa de barrera. Adicionalmente, aunque se muestra únicamente un conjunto de diana 210, pueden usarse conjuntos de diana adicionales. De esta forma, pueden usarse diferentes combinaciones de dianas para formar, por ejemplo, las capas dieléctricas descritas anteriormente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, en las que el material dieléctrico es cinc-estaño-óxido, el cinc y el estaño pueden proporcionarse mediante dianas de cinc y estaño separadas, o estos pueden proporcionarse mediante una diana individual de aleación de zinc-estaño. Un conjunto de diana 210 puede incluir una diana de plata, y junto con iones de argón, para depositar por pulverización por bombardeo iónico una capa de plata sobre el sustrato 230. El conjunto de diana 210 puede incluir una diana de metal o de aleación de metal y junto con las especies reactivas de oxígeno, para depositar por pulverización por bombardeo iónico una capa de metal o de óxido de aleación de metal.

El sistema de deposición por pulverización por bombardeo iónico 200 puede incluir otros componentes, tales como un soporte de sustrato para el soporte del sustrato. El soporte de sustrato puede incluir un mandril de vacío, un mandril electrostático u otros mecanismos conocidos. El soporte de sustrato puede ser capaz de girar alrededor de un eje del mismo que es perpendicular a la superficie del sustrato. Además, el soporte de sustrato puede desplazarse en una dirección vertical o en una dirección plana. Debe apreciarse que el giro y el desplazamiento en la dirección vertical o la dirección plana pueden lograrse a través de mecanismos de accionamiento conocidos que

incluyen accionadores magnéticos, accionadores lineales, tornillos sin fin, tornillos de avance, una alimentación giratoria con bombeo diferencial a través de un accionador, etc.

5 En algunas realizaciones, el soporte de sustrato incluye un electrodo que se conecta a una fuente de energía, por ejemplo, para proporcionar una polarización de RF o CC al sustrato o para proporcionar un entorno de plasma en el alojamiento de proceso 240. El conjunto de diana 210 puede incluir un electrodo que se conecta a una fuente de energía para generar un plasma en el alojamiento de proceso. El conjunto de diana 210 se orienta preferentemente hacia el sustrato 230.

10 El sistema de deposición por pulverización por bombardeo iónico 200 también puede incluir una fuente de energía acoplada al electrodo de diana. La fuente de energía proporciona energía a los electrodos, haciendo que el material se pulverice por bombardeo iónico desde la diana. Durante la pulverización por bombardeo iónico, los gases inertes, tales como argón o criptón, pueden introducirse en la cámara de procesamiento 240 a través de la entrada de gas 220. En las realizaciones en las que se usa pulverización por bombardeo iónico con reactivos, también pueden introducirse gases reactivos, tales como oxígeno y/o nitrógeno, que interactúan con las partículas expulsadas desde las dianas para formar óxidos, nitruros y/u oxinitruros sobre el sustrato.

15 El sistema de deposición por pulverización por bombardeo iónico 200 también puede incluir un sistema de control (no mostrado) que tiene, por ejemplo, un procesador y una memoria, que está en comunicación operativa con los otros componentes y configurado para controlar la operación del mismo con el fin de realizar los métodos descritos en el presente documento.

20 La Figura 2B muestra un sistema de pulverización por bombardeo iónico que tiene dianas de copulverización por bombardeo iónico según algunas realizaciones. Una cámara de deposición por pulverización por bombardeo iónico 205 puede incluir dos dianas 212 y 214 dispuestas en un entorno de plasma 245, que contiene especies reactivas distribuidas desde una fuente externa 225. Por ejemplo, las dianas 212 y 214 pueden incluir los elementos metálicos de la capa de base de óxido de aleación, por ejemplo, Zn y Sn, junto con especies reactivas opcionales de oxígeno, para depositar una aleación de capa de base de cinc-estaño-óxido sobre el sustrato 230. Esta configuración sirve como ejemplo y pueden usarse otras configuraciones de sistema de pulverización por bombardeo iónico, tales como una diana individual que tiene un material de aleación.

25 En algunas realizaciones, se desvelan métodos y aparatos para la elaboración de paneles de baja emisividad, incluyendo que incluye una aleación de óxido de titanio y aluminio. Los paneles pueden presentar una óptima reflectancia de infrarrojos, neutralidad del color mejorada estabilidad térmica y durabilidad, por ejemplo, debido a la capa de barrera que protege la capa reflectante de infrarrojos, al tiempo que no degrada las características de recubrimiento de baja emisividad.

30 En algunas realizaciones, se desvelan métodos para la elaboración de paneles de baja emisividad en recubridores de gran área. Puede proporcionarse un mecanismo de transporte para desplazar un sustrato en una o más dianas de pulverización por bombardeo iónico, para depositar una capa inferior de capa conductora antes de depositar una capa de barrera, una capa antirreflectante, junto con otras capas, tales como una capa de protección de superficie.

35 En algunas realizaciones, se desvelan sistemas de deposición en línea, que incluyen un mecanismo de transporte para el desplazamiento de los sustratos entre las estaciones de deposición.

40 La Figura 3 ilustra un sistema de deposición en línea a modo de ejemplo según algunas realizaciones. Un mecanismo de transporte 370, tal como una cinta transportadora o una pluralidad de rodillos, puede transferir el sustrato 330 entre las diferentes estaciones de deposición por pulverización por bombardeo iónico. Por ejemplo, el sustrato puede posicionarse en la estación n.º 1, que tiene un conjunto de diana 310A, después, puede transferirse a la estación n.º 2, que tiene un conjunto de diana 310B y, a continuación, puede transferirse a la estación n.º 3, que tiene un conjunto de diana 310C. La estación n.º 1 que tiene la diana 310A puede ser una estación de deposición de plata, que pulveriza por bombardeo iónico una capa reflectante de infrarrojos que tiene plata. La estación n.º 2 que tiene la diana 310B puede ser una estación de deposición de barrera, que pulveriza por bombardeo iónico una aleación de óxido metálico. Tal como se muestra, la estación n.º 2 incluye una diana 310B individual. Sin embargo, pueden usarse otras configuraciones, tales como un sistema de copulverización por bombardeo iónico que utiliza dos dianas diferentes. La estación n.º 3 que tiene la diana 310C puede usarse para depositar otras capas, tal como una capa antirreflectante o una capa de protección.

45 En algunas realizaciones, se desvelan los métodos y los paneles recubiertos fabricados a partir de los métodos, para formar múltiples recubrimientos, por ejemplo, múltiples capas reflectantes de infrarrojos, con cambio de color mínimo antes y después de los tratamientos térmicos. Los métodos pueden incluir formar una capa de separación entre dos pilas reflectantes infrarrojas, por ejemplo, para prevenir la interferencia entre los recubrimientos para mejorar la estabilidad térmica, tales como la resistencia del color a exposiciones térmicas. Las capas de separación pueden incluir una capa de óxido metálico, tales como una capa de óxido de cinc y estaño.

50 Las Figuras 4A - 4B ilustran diferentes configuraciones para formar pilas de baja emisividad de acuerdo con algunas

realizaciones. En la Figura 4A, una pila de baja emisividad 400 incluye una capa de separación 430 que actúa como un espaciador para separar dos capas reflectantes infrarrojas adyacentes 420 y 440, que se forman en un sustrato 410. Puede incluirse una capa protectora superior 450 para proteger las capas recubiertas. Las pilas reflectantes infrarrojas 420 y 440 pueden incluir cada una una capa de base, una capa de semilla, una capa de plata y una capa de barrera.

En algunas realizaciones, la capa de separación puede incluir una aleación de cinc estaño óxido, tales como Zn_2SnO_x , siendo x menos de o igual a aproximadamente 4. El espesor de la capa de separación puede estar entre 50 y 100 nm, por ejemplo, lo suficiente para reducir cualquier interacción entre las pilas reflectantes infrarrojas superior e inferior.

En algunas realizaciones, la capa de separación puede incluir el material usado para formar la capa de base de las pilas reflectantes infrarrojas 420 y/o 440. Por ejemplo, usando un mismo material para la capa de separación 430 y la capa de base para la pila reflectante infrarroja 440, una única capa, con un espesor combinado, puede formar en su lugar dos capas separadas de capa de separación y capa de base.

En la Figura 4B, una pila de baja emisividad 405 incluye una capa de separación 435 que actúa como un espaciador para separar dos pilas reflectantes de infrarrojos adyacentes 425 y 445, que se forman en un sustrato 415. Puede incluirse una capa protectora superior 455 para proteger las capas recubiertas. Las pilas reflectantes de infrarrojos 425 y 445 pueden incluir cada una una capa de base, una capa de semilla, una capa de plata y una capa de barrera. La capa 442 de base de la pila reflectante de infrarrojos 445 puede estar formada por el mismo material que la capa de separación 430, por ejemplo, Zn_2SnO_x , de esta manera puede formar una capa de base más gruesa 443 para la pila reflectante de infrarrojos 445. El espesor de la capa de base 443 puede ser la suma de espesores de la capa 430 de separación y de la capa de base 442.

En algunas realizaciones, la pila de baja emisividad puede incluir dos pilas reflectantes infrarrojas adyacentes sin ninguna capa de separación (por ejemplo, capa 430), siempre que la capa de base de la pila reflectante infrarroja superior sea mucho más gruesa que una capa de base normal, por ejemplo la capa de base de la pila reflectante infrarroja del fondo.

En algunas realizaciones, la pila de baja emisividad puede incluir dos pilas reflectantes de infrarrojos adyacentes sin ninguna capa de separación con la capa de base de la pila reflectante de infrarrojos superior más gruesa que la capa de base de la pila reflectante de infrarrojos del fondo.

En algunas realizaciones, el óxido de metal usado para la capa de separación, por ejemplo, Zn_2SnO_x , puede usarse como capas de base y la capa protectora de óxido 450. Una pila de baja emisividad puede incluir una segunda pila reflectante de infrarrojos dispuesta en una primera pila reflectante de infrarrojos. Las pilas reflectantes de infrarrojos pueden incluir una capa de base de Zn_2SnO_x , una capa de semilla tal como ZnO, una capa reflectante infrarroja tal como plata y una capa de barrera. Puede usarse una capa protectora de óxido de Zn_2SnO_x en las pilas reflectantes infrarrojas. El espesor de la capa de base y/o la capa protectora de óxido pueden estar entre 10 y 40 nm. De esta manera cada capa de plata puede encapsularse en la parte superior e inferior por una capa de Zn_2SnO_x .

En algunas realizaciones, la pila de baja emisividad puede incluir capas de barrera de aleación Ni-Nb para las pilas reflectantes infrarrojas. Por ejemplo, las capas de barrera de aleación Ni-Nb pueden incluir óxido de níquel y niobio, junto con un elemento adicional de titanio, aluminio o cromo. Como un ejemplo, la capa de barrera puede incluir una capa $NiNbTiO_x$ con x entre el 10 y el 30 % en peso.

En algunas realizaciones, la pila de baja emisividad puede incluir una capa de separación de óxido de metal, junto con una capa de barrera de aleación Ni-Nb para las pilas reflectantes de infrarrojos, tales como la pila reflectante de infrarrojos inferior. La capa de separación de óxido y la barrera de aleación Ni-Nb pueden proporcionar estabilidad térmica mejorada, especialmente en el mantenimiento de color similar de las capas recubiertas antes o después de un proceso de tratamiento de calor.

Las Figuras 5A - 5B ilustran diferentes configuraciones para formar pilas de baja emisividad de acuerdo con algunas realizaciones. En la Figura 5A, una pila de baja emisividad 500 incluye una capa de separación 530 que actúa como un espaciador para separar dos pilas reflectantes de infrarrojos adyacentes 520 y 540, que se forman en un sustrato 510. Una capa protectora superior 550 puede incluirse para proteger las capas recubiertas. Las pilas reflectantes de infrarrojos 520 y 540 pueden incluir cada una una capa de base, una capa de semilla, una capa de plata y una capa de barrera. La capa de barrera 528 de la pila reflectante de infrarrojos inferior 520 puede incluir una capa de barrera de aleación Ni-Nb, tal como una capa $NiNbTiO_x$ con x entre el 10 y el 30 % en peso. En algunas realizaciones, las capas de barrera para ambas pilas reflectantes de infrarrojos 520 y 540 incluyen ambas $NiNbTiO_x$ con x entre el 10 y el 30 % en peso. La capa de separación 530 puede incluir Zn_2SnO_x con x menos de aproximadamente 4. El espesor de la capa de separación de Zn_2SnO_x 530 puede estar entre 50 y 100 nm. El espesor de la capa de barrera de $NiNbTiO_x$ 528 puede estar entre 1 y 5 nm. La combinación de la capa de separación 530 y la capa de barrera de $NiNbTiO_x$ 528 puede mejorar la estabilidad térmica de las capas recubiertas, además de alta transmisión de luz visible y alta luz a ganancia solar.

En la Figura 5B, una pila de baja emisividad 505 incluye una capa de separación 535 que actúa como un espaciador para separar dos pilas reflectantes de infrarrojos adyacentes 525 y 545, que se forman en un sustrato 515. Una capa protectora superior 555 puede incluirse para proteger las capas recubiertas. Las pilas reflectantes de infrarrojos 525 y 545 pueden incluir cada una una capa de base, una capa de semilla, una capa de plata y una capa de barrera. La capa de base 542 de la pila reflectante de infrarrojos 545 puede estar formada del mismo material que la capa de separación 530, por ejemplo, Zn_2SnO_x , de esta manera puede formar una capa de base más gruesa 543 para la pila reflectante de infrarrojos 545. El espesor de la capa de base de Zn_2SnO_x 542 puede estar entre 10 y 40 nm. El espesor de la capa de base 543 puede ser la suma de los espesores de la capa de separación 530 y de la capa de base 542, tal como entre 50 y 100nm. La capa de barrera 529 de la pila reflectante infrarroja inferior 525 puede incluir una aleación Ni-Nb, tal como $NiNbTiO_x$ con x entre el 10 y el 30 % en peso. En algunas realizaciones, las capas de barrera para ambas pilas reflectantes de infrarrojos 525 y 545 incluyen ambas $NiNbTiO_x$ con x entre el 10 y el 30 % en peso. El espesor de la capa de barrera de $NiNbTiO_x$ 529 puede estar entre 1 y 5 nm. La combinación de la capa de separación 535 y la capa de barrera de $NiNbTiO_x$ 529 puede mejorar la estabilidad térmica de las capas recubiertas, además de alta transmisión de luz visible y alta luz a ganancia solar.

En algunas realizaciones, se proporciona una pila de baja emisividad, que puede tener alta transmisión de luz visible, alta luz a ganancia solar, color neutro y altamente resistente a ciclos térmicos. La pila de baja emisividad puede incluir una capa de menor protección, tal como nitruro de silicio, en un sustrato de vidrio. El espesor del nitruro de silicio puede ser entre 10 y 30 nm. En la capa de nitruro de silicio hay una primera pila reflectante de infrarrojos, que incluye una capa de barrera, tal como $NiNbTiO_x$, en una capa reflectante de infrarrojos, tal como plata, en una capa de semilla, tal como ZnO, en una capa de base, tal como Zn_2SnO_x . El espesor de la capa de barrera $NiNbTiO_x$ puede estar entre 1 y 5 nm. El espesor de la capa de plata puede estar entre 8 y 12 nm. El espesor de la capa de semilla de ZnO puede estar entre 3 y 10 nm. El espesor de la capa de base de Zn_2SnO_x puede estar entre 10 y 40 nm. En la primera pila reflectante de infrarrojos hay una segunda pila reflectante de infrarrojos, que incluye una capa de barrera, tal como $NiNbTiO_x$, en una capa reflectante de infrarrojos, tal como plata, en una capa de semilla, tal como ZnO, en una capa de base, tal como Zn_2SnO_x . El espesor de la capa de barrera $NiNbTiO_x$ puede estar entre 1 y 5 nm. El espesor de la capa de plata puede estar entre 14 y 18 nm. El espesor de la capa de semilla de ZnO puede estar entre 3 y 10 nm. El espesor de la capa de base de Zn_2SnO_x puede estar entre 50 y 100 nm. La capa de base de la segunda pila reflectante de infrarrojos también puede funcionar como capa de separación, separando la primera y la segunda pilas reflectantes de infrarrojos. En la segunda pila reflectante de infrarrojos está una capa protectora de óxido, tal como Zn_2SnO_x . El espesor de la capa protectora de óxido de Zn_2SnO_x puede estar entre 10 y 40 nm. En la capa protectora de óxido hay una capa protectora de pila, tal como nitruro de silicio. El espesor del nitruro de silicio puede ser entre 10 y 30 nm.

La Figura 6 ilustra una pila de baja emisividad de acuerdo con algunas realizaciones. Una pila de baja emisividad 600 incluye un sustrato de vidrio 610. Una capa de nitruro de silicio 620 de 20nm se forma en el sustrato 610. Una capa de base de Zn_2SnO_x 630 de 20 nm se forma en la capa de nitruro de silicio. La capa de base de Zn_2SnO_x 630 tiene una concentración de oxígeno del 50 % en peso. Se forma una capa de semilla de ZnO 640 de 5 nm en la capa de base 630. Una capa de plata 650 de 10 nm se forma en la capa de semilla 640. Una capa de barrera de $NiNbTiO_x$ 660 de 3 nm se forma en la capa de plata 650. La capa de barrera de $NiNbTiO_x$ 660 tiene una concentración de oxígeno del 20 % en peso. La capa de base 630, la capa de semilla 640, la capa de plata 650 y la barrera 660 forman una primera pila reflectante de infrarrojos 607. Una capa de base de Zn_2SnO_x 635 de 80 nm se forma en la capa 660 de barrera. La capa de base de Zn_2SnO_x 635 tiene una concentración de oxígeno del 50 % en peso. Se forma una capa de semilla de ZnO 645 de 5 nm en la capa de base 635. Una capa de plata 655 de 10 nm se forma en la capa de semilla 645. Una capa de barrera de $NiNbTiO_x$ 665 de 3 nm se forma en la capa de plata 655. La capa de barrera de $NiNbTiO_x$ 665 tiene una concentración de oxígeno del 20 % en peso. La capa de base 635, la capa de semilla 645, la capa de plata 655 y la barrera 665 forman una segunda pila reflectante de infrarrojos 608. Una capa de óxido protectora de Zn_2SnO_x 670 de 20 nm se forma en la capa 665 de barrera. La capa de óxido protectora de Zn_2SnO_x 670 tiene una concentración de oxígeno del 50 % en peso. Se forma una capa de nitruro de silicio 690 de 20 nm en la capa de óxido protector 670. La pila de baja emisividad se expuso a un tratamiento de calor a 680 °C durante 30 minutos.

Las propiedades ópticas del color de la pila de baja emisividad se midieron antes y después del tratamiento de calor. La Figura 7 ilustra la transmisión y el reflejo de la pila de baja emisividad antes y después de un tratamiento de calor de alta temperatura de acuerdo con algunas realizaciones. Las curvas sólidas y discontinuas 710 muestran la respuesta de transmisión a través de la pila de baja emisividad. Puede lograrse alta transmisión, por ejemplo máximo por encima del 80 %, para el intervalo de luz visible, por ejemplo entre 400 y 750 nm. Las curvas sólidas y discontinuas 720 muestran la respuesta de reflejo del lado del recubrimiento. Puede lograrse bajo reflejo, por ejemplo, mínimo por debajo del 5 %, para el intervalo de luz visible, por ejemplo entre 400 y 750 nm. Puede lograrse alto reflejo, por ejemplo máximo por encima del 90 %, para el intervalo infrarrojo, por ejemplo, entre 800 y 2300 nm. Las curvas sólidas y discontinuas 730 muestran la respuesta de reflejo del lado del vidrio. También puede lograrse bajo reflejo, por ejemplo, mínimo por debajo del 5 %, para el intervalo de luz visible, por ejemplo entre 400 y 750 nm. Puede lograrse alto reflejo, por ejemplo máximo por encima del 80 %, para el intervalo infrarrojo, por ejemplo, entre 800 y 2300 nm.

Las curvas sólidas representan los espectros ópticos para la pila de baja emisividad según se recubre. Las curvas discontinuas representan los espectros ópticos para la pila de baja emisividad tratada con calor a alta temperatura. Como puede verse, hay una diferencia mínima entre los espectros ópticos de la transmisión y la reflexión de la pila de baja emisividad antes y después del tratamiento de calor.

5 Otras características de la pila de baja emisividad se muestran en la siguiente Tabla. AC representa datos para la pila de baja emisividad según se recubre. HT representa datos para la pila de baja emisividad después del tratamiento a alta temperatura. Los datos también se muestran para pilas recubiertas monolíticas y para unidades de vidrio aislado (IGU), que muestran rendimiento similar a las pilas monolíticas. Debido a la distribución de los conos en el ojo, la observancia del color puede depender del campo de vista del observador. Se usa un observador convencional (colorimétrico), que se tomó para ser la respuesta cromática de la visión humana promedio a través de un ángulo 2°, debido a que se cree que los conos sensibles al color residían dentro de un arco de 2° de la fóvea. De esta manera las mediciones se muestran para el Observador convencional 2°.

15 La intensidad de la luz de longitud de onda visible, por ejemplo, la “reflectancia”, se define para el lado del vidrio “g” o para el lado de la película “f”. La intensidad desde la reflectancia del lado del vidrio, por ejemplo, R_gY, muestra la intensidad de luz medida desde el lado del sustrato del vidrio opuesto al lado de las capas recubiertas. La intensidad de la reflectancia del lado de la película, por ejemplo, R_fY, muestra la intensidad de luz medida desde el lado del sustrato de vidrio en el que se forman las capas recubiertas. Para la transmitancia, por ejemplo, TY, muestra la intensidad de luz medida para la luz transmitida.

25 Las características de color se miden y se informan en el presente documento usando las coordenadas y la escala de CIE LAB a*, b* (es decir, el diagrama CIE a*, b*, III. CIE-C, observador de 2 grados). En el sistema de color CIE LAB, el valor L* indica la luminosidad del color, a* indica la posición entre el magenta y el verde (valores más negativos indican verde más fuerte y valores más positivos indican magenta más fuerte) y b* indica la posición entre el amarillo y el azul (valores más negativos indican azul más fuerte y valores más positivos indican amarillo más fuerte).

30 La Emisividad E es una característica tanto de la absorción como de la reflectancia de la luz a longitudes de onda dadas. Puede representarse habitualmente como un complemento de la reflectancia por el lado de la película, por ejemplo, E = 1 – R_f. Para fines arquitectónicos, los valores de emisividad pueden ser importantes en el intervalo más lejano del espectro infrarrojo, es decir, aproximadamente 2.500-40.000 nm. De esta manera el valor de emisividad informado aquí incluye la emisividad normal (EN), como se mide en el intervalo lejano del espectro infrarrojo. La turbidez es un porcentaje de la luz que se desvía del haz incidente más de 2,5 grados en el promedio.

35 Los datos también se muestran para la diferencia entre lotes de baja emisividad tratados con calor y según se recubren. El valor ΔE* (y Δa*, Δb*, ΔY) son importantes en la determinación de si hay o no compatibilidad, o compatibilidad sustancial, después del tratamiento de calor (HT), de los paneles recubiertos. Para fines de ejemplo, el término Δa*, por ejemplo, es indicativo de cuánto cambia el valor de color a* debido al tratamiento de calor. Además, ΔE* es indicativo del cambio en la reflectancia y/o transmitancia (incluyendo apariencia de color) en un panel recubierto después de un tratamiento de calor. ΔE* corresponde a la Escala CIELAB L*, a*, b* y mide propiedades de color antes del tratamiento con calor (L₀*, a₀*, b₀*) y las propiedades de color después del tratamiento con calor (L₁*, a₁*, b₁*):

45
$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

donde:

$$\Delta L^* = L_1^* - L_0^*$$

$$\Delta a^* = a_1^* - a_0^*$$

$$\Delta b^* = b_1^* - b_0^*$$

50 El cambio de color del reflejo del lado del vidrio puede calcularse como R_g ΔE*. El cambio de color de la transmisión de luz puede calcularse como T ΔE*, T|Δa*| y T|Δb*|. El cambio de luminancia de alta transmisión puede calcularse como T ΔY.

55 El rendimiento térmico del lote de baja emisividad también se muestra, usando la normativa desarrollada por el National Fenestration Rating Counsel (NFRC). La transmisión de luz visible T_{vis} es la transmisión de longitudes de onda en el espectro visible. La transmisión solar T_{sol} es la transmisión de la irradiación solar, incluyendo la transmitancia de luz visible (T_{vis}), la transmitancia de la radiación infrarroja y la transmitancia de radiación ultravioleta.

ES 2 687 100 T3

El valor U, que es sinónimo de “transmitancia térmica”, da la tasa de transferencia de calor a través de la ventana por unidad de área y por unidad de diferencia de temperatura. Cuanto menor es el valor U, menor es la cantidad de pérdida de calor y mejor la propiedad de aislamiento de calor de un panel de vidrio. El coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) se define como la cantidad fraccional de la energía solar que golpea la ventana que acaba calentando la casa. La luz a ganancia solar (LSG) se define como la relación de transmisión de la luz visible al coeficiente de ganancia de calor solar.

5

			AC	HT
Óptica monolítica (III' C', obs 2 grad)	T	Y (%)	79,1	82.2
		a*	-6,25	-5.60
		b*	0,94	1.25
	Rg	Y (%)	5,51	5.91
		a*	9,26	8.22
		b*	-4,96	-4.37
	Rf	y m	4,67	5.46
		a*	8,07	10.46
		b*	3,94	1.40
	A[vis] (100-TT-Rf)			16.2
Óptica IGU (III' C', obs 2 grad)	T	Y (%)	71,7	74.5
		a'	-6,64	-5.98
		b*	1,05	1.32
	Rg	Y (%)	10,70	11.50
		a*	3,25	2.78
		b*	-3,09	-2.53
	Rf	Y (%)	12,00	12.60
		a*	3,10	4.51
		b*	1,22	0.24
Emisividad normal (EN)			0,019	0,007
Turbidez (%)			0,17	0,58
HT - AC	Rg ΔE*			1,6
	TΔE*			1,5
	T Δb*			0,3
	T ΔY% (HT > AC)			3,1
NFRC 2001 Rendimiento térmico	Tvis (%)		32	33,6
	Tsol (%)		71,8	74,6
	SHGC(3)		0,235	0,228
	SHGC(2)		0,428	0,425
	Uval		0,345	0,36
	LSG(3)		1,68	1,75
	LSG(2)		2,08	2,07

Tabla 1. Datos medidos para lotes según recubiertos y tratados con calor.

10 Como puede verse a partir de la Tabla 1, el diseño de pila de baja emisividad anterior puede mostrar una transmitancia visible (TY %) de aproximadamente el 70 - 80 %, un valor de reflectancia (en el lado del vidrio R_gY o el lado de la película R_fY) de aproximadamente el 5,5 - 6,6 % y un color neutro deseable (valores bajos de a* y b*). El diseño de pila de baja emisividad anterior también puede lograr valor de LSG alto. Por ejemplo, pueden lograrse valores de LSG mayores que 1,8 para pilas según se recubren y tratadas por calor, dando lugar a SPS para productos de alta LSG.

15

Ya que el vidrio de baja-e se recubrió en el doble panel, el color de reflejo del lado del vidrio puede ser importante (los observadores en la mayoría de las aplicaciones ven predominantemente los productos desde el lado del vidrio), junto con el color de transmitancia. Los cambios del color son pequeños, por ejemplo, R_gΔE* = 1,6, TΔE* = 1,5 y

$T|\Delta b^*| = 0,3$. Dicho pequeño cambio de color no puede verse por el ojo humano, de manera que la pila de baja emisividad anterior puede usarse en una solución de producto único (SPS, por sus siglas en inglés) para productos según se recubren y tratados con calor. Por ejemplo, los valores de $R_g\Delta E^*$ menores que 3 pueden lograrse para pilas según se recubren y tratadas con calor.

5 La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo para la pulverización por bombardeo iónico de capas recubiertas según algunas realizaciones. Dos o más capas de plata reflectantes de infrarrojos se forman secuencialmente en un sustrato, junto con una capa de separación entre las capas de plata reflectantes infrarrojas. La capa de separación puede incluir una aleación de óxido de cinc y estaño. Además, puede usarse una aleación de NiNb como una capa de barrera para las capas de plata.

15 En la operación 800, se proporciona un sustrato. El sustrato puede ser un sustrato transparente, tal como un sustrato de vidrio o un sustrato de polímero. También pueden usarse otros sustratos. En la operación 810, se forma una primera capa sobre el sustrato. La primera capa puede emplearse como capa reflectante de infrarrojos. La primera capa puede incluir un material conductor o un material metálico, tal como plata. El espesor de la primera capa puede ser inferior a o igual a aproximadamente 20 nm o puede ser inferior a o igual a aproximadamente 10 nm.

20 En la operación 820, se deposita por pulverización por bombardeo iónico una segunda capa sobre la primera capa. La segunda capa puede emplearse como capa reflectante de barrera. La segunda capa puede incluir una aleación de óxido de cinc, estaño y titanio. El contenido de oxígeno de la capa de barrera puede ser de entre el 10 y el 30 % en peso.

25 En algunas realizaciones, puede formarse una o más capas inferiores debajo de la primera capa, por ejemplo, una capa de protección de nitruro de silicio, una capa de base de óxido de cinc y estaño y una capa de semilla de ZnO.

En la operación 830, una tercera capa se deposita por bombardeo iónico sobre la segunda capa. La tercera segunda capa puede emplearse como capa de separación. La tercera capa puede incluir una aleación de óxido de cinc y estaño, tal como Zn_2SnO_x , con x menos que 4. El espesor de la capa de separación puede ser entre 50 y 100 nm.

30 En algunas realizaciones, la tercera capa puede emplearse como una capa de base para la posterior capa reflectante de infrarrojos. El espesor de la tercera capa puede ser más grueso que aquel de una capa de base típica, por ejemplo, 10 - 40 nm, por ejemplo, para emplear como una capa de separación.

35 En la operación 840, una cuarta capa se forma sobre la tercera capa. La cuarta capa puede emplearse como capa reflectante de infrarrojos. La cuarta capa puede incluir un material conductor o un material metálico tal como la plata. El espesor de la cuarta capa puede ser menos que o igual a aproximadamente 20 nm. El espesor de la cuarta capa puede ser mayor que aquel de la primera capa.

40 En algunas realizaciones, pueden formarse una o más capas bajo la cuarta capa, por ejemplo, una capa de semilla de ZnO. En algunas realizaciones, pueden formarse una o más capas en la cuarta capa, por ejemplo, una capa de barrera de $NiNbTiO_x$, con x entre el 10 y el 30 % en peso, una capa de protección de óxido de Zn_2SnO_x , con x menos de 4 y una capa de protección superior de nitruro de silicio.

45 La Figura 9 ilustra un diagrama de flujo para la pulverización por bombardeo iónico de capas recubiertas según algunas realizaciones. Dos o más pilas reflectantes de infrarrojos se forman secuencialmente en un sustrato, en el que una capa de base de la pila reflectante de infrarrojos superior es más gruesa que la capa de base de la pila reflectante infrarroja inferior. La capa de base puede incluir una aleación de óxido de cinc y estaño. Además, puede usarse una aleación NiNb como una capa de barrera para las capas de plata, al menos para la pila reflectante infrarroja inferior.

50 En la operación 900, se proporciona un sustrato. El sustrato puede ser un sustrato transparente, tal como un sustrato de vidrio o un sustrato de polímero. También pueden usarse otros sustratos. En la operación 910, se forma una primera capa de protección sobre el sustrato. La primera capa de protección puede incluir nitruro de silicio, con un espesor entre 10 y 30 nm. En algunas realizaciones, la primera capa de protección puede ser opcional.

55 En la operación 920, se forma una pila reflectante de infrarrojos sobre la primera capa de protección. La primera capa puede emplearse como capa reflectante de infrarrojos. La primera pila reflectante de infrarrojos puede incluir una capa de base de Zn_2SnO_x , una capa de semilla de ZnO y una capa reflectante de infrarrojos de plata y una capa de barrera de $NiNbTiO_x$. La capa de base de Zn_2SnO_x puede tener x menos de 4, con un espesor entre 10 y 40 nm. La capa de semilla de ZnO puede tener un espesor entre 3 y 10 nm. La capa de Ag puede tener un espesor entre 8 y 12 nm. La capa de barrera de $NiNbTiO_x$ puede tener un contenido de oxígeno entre el 10 y el 30 % en peso con un espesor entre 1 y 5 nm.

65 En la operación 930, se forma una segunda pila reflectante de infrarrojos sobre la primera pila reflectante de infrarrojos. La segunda pila reflectante de infrarrojos puede incluir una capa de base de Zn_2SnO_x , una capa de semilla de ZnO y una capa reflectante de infrarrojos de plata y una capa de barrera de $NiNbTiO_x$. La capa de base

de Zn_2SnO_x puede tener x menos de 4, con un espesor entre 50 y 100 nm. La capa de semilla de ZnO puede tener un espesor entre 3 y 10 nm. La capa de Ag puede tener un espesor entre 14 y 18 nm. La capa de barrera de $NiNbTiO_x$ puede tener un contenido de oxígeno entre el 10 y el 30 % en peso con un espesor entre 1 y 5 nm.

- 5 En una operación 940, se forma una segunda capa de protección sobre la segunda pila reflectante de infrarrojos. La segunda capa de protección puede incluir una capa de Zn_2SnO_x , con x menos de 4, con un espesor entre 10 y 40 nm. La segunda capa de protección puede incluir una capa de nitruro de silicio, con un espesor entre 10 y 30 nm.

- 10 Aunque los ejemplos anteriores se han descrito con algo de detalle con fines de claridad de comprensión, la invención no está limitada a los detalles proporcionados. Existen muchas maneras alternativas para la implementación de la invención. Los ejemplos desvelados son ilustrativos y no restrictivos.

A continuación, se describen realizaciones adicionales para facilitar la comprensión de la invención:

- 15 1. Un método para fabricar un artículo recubierto tratado con calor, comprendiendo el método formar una primera capa sobre un sustrato, en el que la primera capa comprende plata, en el que la primera capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos; formar una segunda capa sobre la primera capa,
- 20 en el que la segunda capa comprende níquel, niobio, titanio y oxígeno, en el que el contenido de oxígeno en la segunda capa es de entre el 10 y el 30 % en peso, en el que la segunda capa se puede emplear como una capa de barrera, formar una tercera capa en la segunda capa,
- 25 en el que la tercera capa comprende cinc, estaño y oxígeno, en el que la tercera capa se puede emplear como una capa de separación, formar una cuarta capa en la tercera capa, en el que la cuarta capa comprende plata, en el que la cuarta capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos.
- 30 2. Un método, tal como en la realización 1, en el que el espesor de la segunda capa es de entre 1 y 5 nm.
3. Un método, tal como en la realización 1, en el que la tercera capa comprende Zn_2SnO_x y en el que el espesor de la tercera capa es de entre 50 y 100 nm.
- 35 4. Un método para fabricar un artículo recubierto tratado con calor, comprendiendo el método formar una primera capa sobre un sustrato, en el que la primera capa comprende cinc, estaño y oxígeno, en el que la primera capa se puede emplear como una capa de base; formar una segunda capa sobre la primera capa,
- 40 en el que la segunda capa comprende plata, en el que la segunda capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos; formar una tercera capa en la segunda capa, en el que la tercera capa comprende níquel, niobio, titanio y oxígeno, en el que el contenido de oxígeno en la tercera capa es de entre el 10 y el 30 % en peso,
- 45 en el que la tercera capa se puede emplear como una capa de barrera, formar una cuarta capa en la tercera capa, en el que la cuarta capa comprende cinc, estaño y oxígeno, en el que la cuarta capa se puede emplear como una capa de separación; formar una quinta capa en la cuarta capa,
- 50 en el que la quinta capa comprende plata, en el que la quinta capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos; formar una sexta capa en la quinta capa, en el que la sexta capa comprende níquel, niobio, titanio y oxígeno, en el que la sexta capa se puede emplear como una capa de barrera;
- 55 formar una séptima capa en la sexta capa, en el que la séptima capa comprende cinc, estaño y oxígeno, en el que la séptima capa se puede emplear como una capa protectora.
- 60 5. Un método, tal como en la realización 4, en el que la primera capa, la cuarta capa o la séptima capa comprende Zn_2SnO_x .
6. Un método, tal como en la realización 4, en el que la primera capa, la cuarta capa y la séptima capa comprenden Zn_2SnO_x .
- 65 7. Un método, tal como en la realización 4, en el que el espesor de la primera capa o de la cuarta capa es de entre 10 y 40 nm.

- 5 8. Un método, tal como en la realización 4, que comprende además una octava capa entre la primera y la segunda capas, en el que la octava capa comprende óxido de cinc, en el que la octava capa se puede emplear como una capa de semilla para la segunda capa y una novena capa entre la quinta y la sexta capas, en el que la novena capa comprende óxido de cinc, en el que la novena capa se puede emplear como una capa de semilla para la quinta capa.
9. Un método, tal como en la realización 4, en el que los espesores de la octava capa y de la novena capa son de entre 3 y 10 nm.
- 10 10. Un método, tal como en la realización 4, en el que el espesor de la tercera capa o de la sexta capa es de entre 1 y 5 nm.
11. Un método, tal como en la realización 4, en el que el espesor de la cuarta capa es de entre 50 y 100 nm.
- 15 12. Un artículo recubierto que comprende una primera capa dispuesta sobre un sustrato, en el que la primera capa comprende una capa amorfa, en el que la primera capa comprende cinc, estaño y oxígeno, en el que la primera capa se puede emplear como una capa de base;
- 20 una segunda capa dispuesta sobre la primera capa, en el que la segunda capa comprende plata, en el que la segunda capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos; una tercera capa dispuesta en la segunda capa, en el que la tercera capa comprende, níquel, niobio, titanio y oxígeno,
- 25 en el que el contenido de oxígeno en la tercera capa es de entre el 10 y el 30 % en peso, en el que la tercera capa se puede emplear como una capa de barrera; una cuarta capa dispuesta en la tercera capa, en el que la cuarta capa comprende cinc, estaño y oxígeno, en el que la cuarta capa se puede emplear como una capa de separación;
- 30 una quinta capa dispuesta en la cuarta capa, en el que la quinta capa comprende plata, en el que la quinta capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos; una sexta capa dispuesta en la quinta capa, en el que la sexta capa comprende, níquel, niobio, titanio y oxígeno,
- 35 en el que la sexta capa se puede emplear como una capa de barrera; una séptima capa dispuesta en la sexta capa, en el que la séptima capa comprende cinc, estaño y oxígeno, en el que la séptima capa se puede emplear como una capa protectora.
- 40 13. Un artículo recubierto, tal como en la realización 12, en el que la primera capa, la cuarta capa o la séptima capa comprende Zn_2SnO_x .
14. Un artículo recubierto, tal como en la realización 12, en el que la primera capa, la cuarta capa y la séptima capa comprenden Zn_2SnO_x .
- 45 15. Un artículo recubierto, tal como en la realización 12, en el que el espesor de la primera capa o de la cuarta capa es de entre 10 y 40 nm.
- 50 16. Un artículo recubierto, tal como en la realización 12, que comprende además una octava capa entre la primera y la segunda capas, en el que la octava capa comprende óxido de cinc, en el que la octava capa se puede emplear como una capa de semilla para la segunda capa y una novena capa entre la quinta y la sexta capas, en el que la novena capa comprende óxido de cinc, en el que la novena capa se puede emplear como una capa de semilla para la quinta capa.
- 55 17. Un artículo recubierto, tal como en la realización 12, en el que los espesores de la octava capa y de la novena capa son de entre 3 y 10 nm.
18. Un artículo recubierto, tal como en la realización 12, en el que el espesor de la segunda capa o de la quinta capa es de entre 8 y 12 nm.
- 60 19. Un artículo recubierto, tal como en la realización 12, en el que el valor de luz a ganancia solar (LSG) de los artículos según se recubren y tratados por calor es mayor de 1,8.
- 65 20. Un artículo recubierto, tal como en la realización 12, en el que el valor del cambio de color de los artículos según se recubren y tratados por calor es menos de 3.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un artículo recubierto tratado con calor, comprendiendo el método formar una primera capa (650) sobre un sustrato (610),
 5 en el que la primera capa comprende plata,
 en el que la primera capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos;
 formar una segunda capa (660) sobre la primera capa,
 en el que la segunda capa comprende níquel, niobio, titanio y oxígeno,
 en el que el contenido de oxígeno en la segunda capa es de entre el 10 y el 30 % en peso,
 10 en el que la segunda capa se puede emplear como una capa de barrera,
 formar una tercera capa (635) en la segunda capa (660),
 en el que la tercera capa comprende cinc, estaño y oxígeno,
 en el que la tercera capa se puede emplear como una capa de separación;
 formar una cuarta capa (655) en la tercera capa (635),
 15 en el que la cuarta capa comprende plata,
 en el que la cuarta capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos.
2. Un método, tal como en la reivindicación 1, en el que el espesor de la segunda capa (660) es de entre 1 y 5 nm.
- 20 3. Un método, tal como en la reivindicación 1, en el que la tercera capa (635) comprende Zn_2SnO_x y en el que el espesor de la tercera capa es de entre 50 y 100 nm.
4. Un método, tal como en la reivindicación 1, comprendiendo el método formar una quinta capa (630) en un sustrato,
 25 en el que la quinta capa comprende cinc, estaño y oxígeno,
 en el que la quinta capa se puede emplear como una capa de base;
 formar la primera capa (650) en la quinta capa,
 formar una sexta capa (665) en la cuarta capa,
 en el que la sexta capa comprende, níquel, niobio, titanio y oxígeno,
 30 en el que la sexta capa se puede emplear como una capa de barrera;
 formar una séptima capa (670) en la sexta capa,
 en el que la séptima capa comprende cinc, estaño y oxígeno,
 en el que la séptima capa se puede emplear como una capa protectora.
- 35 5. Un método, tal como en la reivindicación 4, en el que la quinta capa (630), la tercera capa (635) o la séptima capa (670) comprende Zn_2SnO_x .
6. Un método, tal como en la reivindicación 4, en el que el espesor de la quinta capa (630) o de la tercera capa (635) es de entre 10 y 40 nm.
- 40 7. Un método, tal como en la reivindicación 4, que comprende además una octava capa (640) entre la quinta (630) y la primera capas (650), en el que la octava capa (640) comprende óxido de cinc, en el que la octava capa (640) se puede emplear como una capa de semilla para la primera capa y una novena capa (645) entre la cuarta (655) y la sexta capas (665), en el que la novena capa (645) comprende óxido de cinc, en el que la novena capa se puede emplear como una capa de semilla para la cuarta capa.
- 45 8. Un método, tal como en la reivindicación 4, en el que los espesores de la octava capa (640) y de la novena capa (645) son de entre 3 y 10 nm.
- 50 9. Un método, tal como en la reivindicación 4, en el que el espesor de la segunda capa (660) o de la sexta capa (665) es de entre 1 y 5 nm.
10. Un método, tal como en la reivindicación 4, en el que el espesor de la tercera capa (635) es de entre 50 y 100 nm.
- 55 11. Un artículo recubierto que comprende una quinta (630) capa dispuesta sobre un sustrato (610),
 en el que la quinta capa comprende una capa amorfa,
 en el que la quinta capa comprende cinc, estaño y oxígeno,
 60 en el que la quinta capa se puede emplear como una capa de base;
 una primera capa (650) dispuesta sobre la quinta capa,
 en el que la primera capa comprende plata,
 en el que la primera capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos;
 una segunda capa (660) dispuesta en la primera capa,
 65 en el que la segunda capa comprende, níquel, niobio, titanio y oxígeno,
 en el que el contenido de oxígeno en la segunda capa es de entre el 10 y el 30 % en peso,

- en el que la segunda capa se puede emplear como una capa de barrera;
una tercera capa (635) dispuesta en la segunda capa,
en el que la tercera capa comprende cinc, estaño y oxígeno,
en el que la tercera capa se puede emplear como una capa de separación;
- 5 una cuarta capa (655) dispuesta en la tercera capa,
en el que la cuarta capa comprende plata,
en el que la cuarta capa se puede emplear como una capa reflectante de infrarrojos;
una sexta capa (665) dispuesta en la cuarta capa,
en el que la sexta capa comprende, níquel, niobio, titanio y oxígeno,
- 10 en el que la sexta capa se puede emplear como una capa de barrera;
una séptima capa (670) dispuesta en la sexta capa,
en el que la séptima capa comprende cinc, estaño y oxígeno,
en el que la séptima capa se puede emplear como una capa protectora.
- 15 12. Un artículo recubierto, tal como en la reivindicación 11, en el que la quinta capa (630), la tercera capa (635) o la séptima capa (637) comprenden Zn_2SnO_x .
- 20 13. Un artículo recubierto, tal como en la reivindicación 11, que comprende además una octava capa (640) entre la quinta (630) y la primera capas (650), en el que la octava capa (640) comprende óxido de cinc, en el que la octava capa se puede emplear como una capa de semilla para la primera capa (650) y una novena capa (645) entre la cuarta (655) y la sexta capas (665), en el que la novena capa (645) comprende óxido de cinc, en el que la novena capa (645) se puede emplear como una capa de semilla para la cuarta capa.

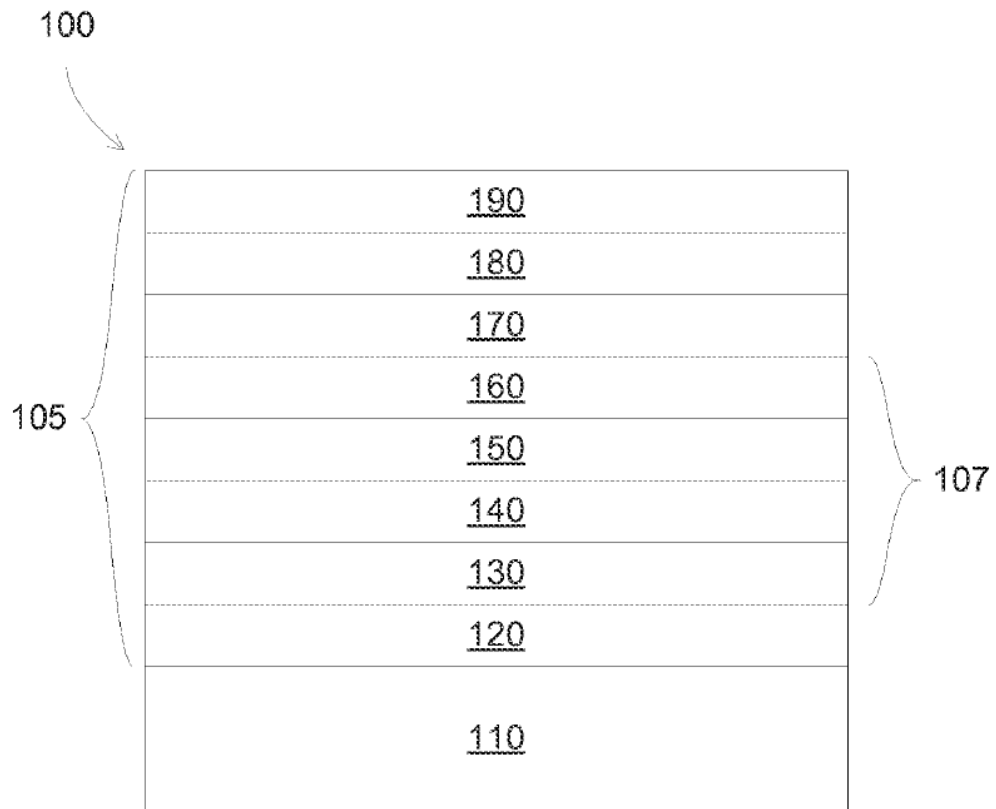


Fig. 1

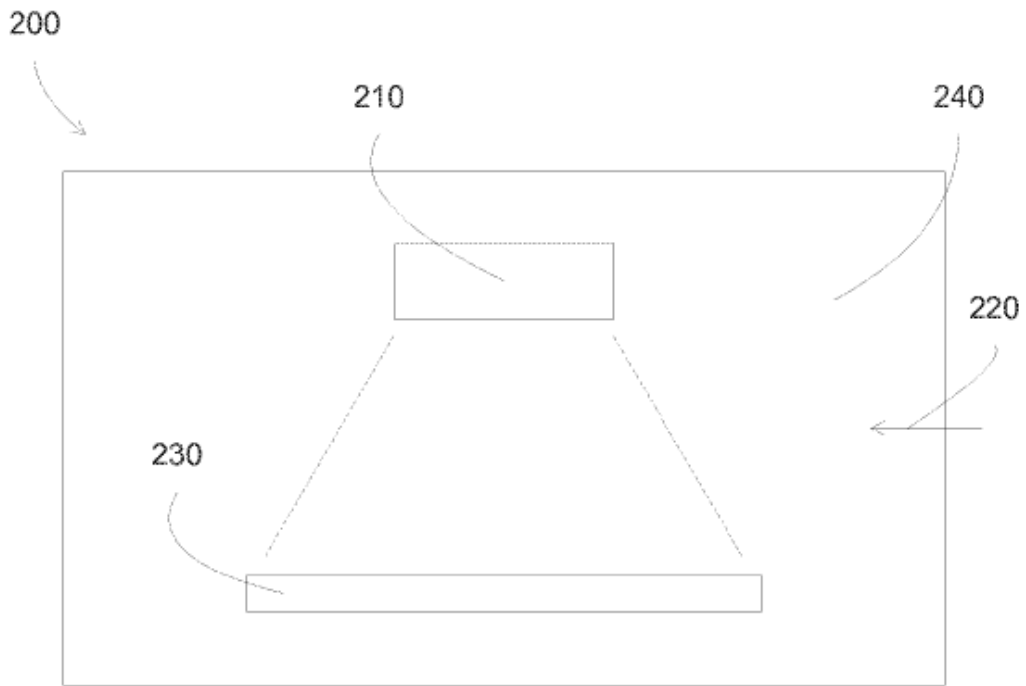


Fig. 2A

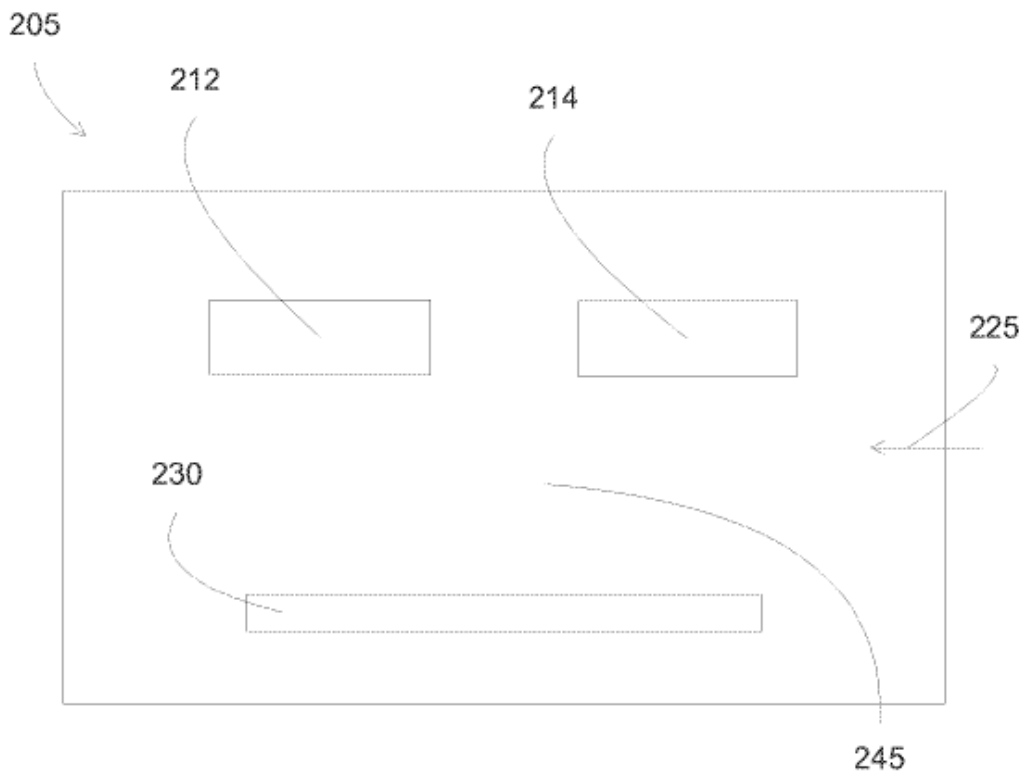


Fig. 2B

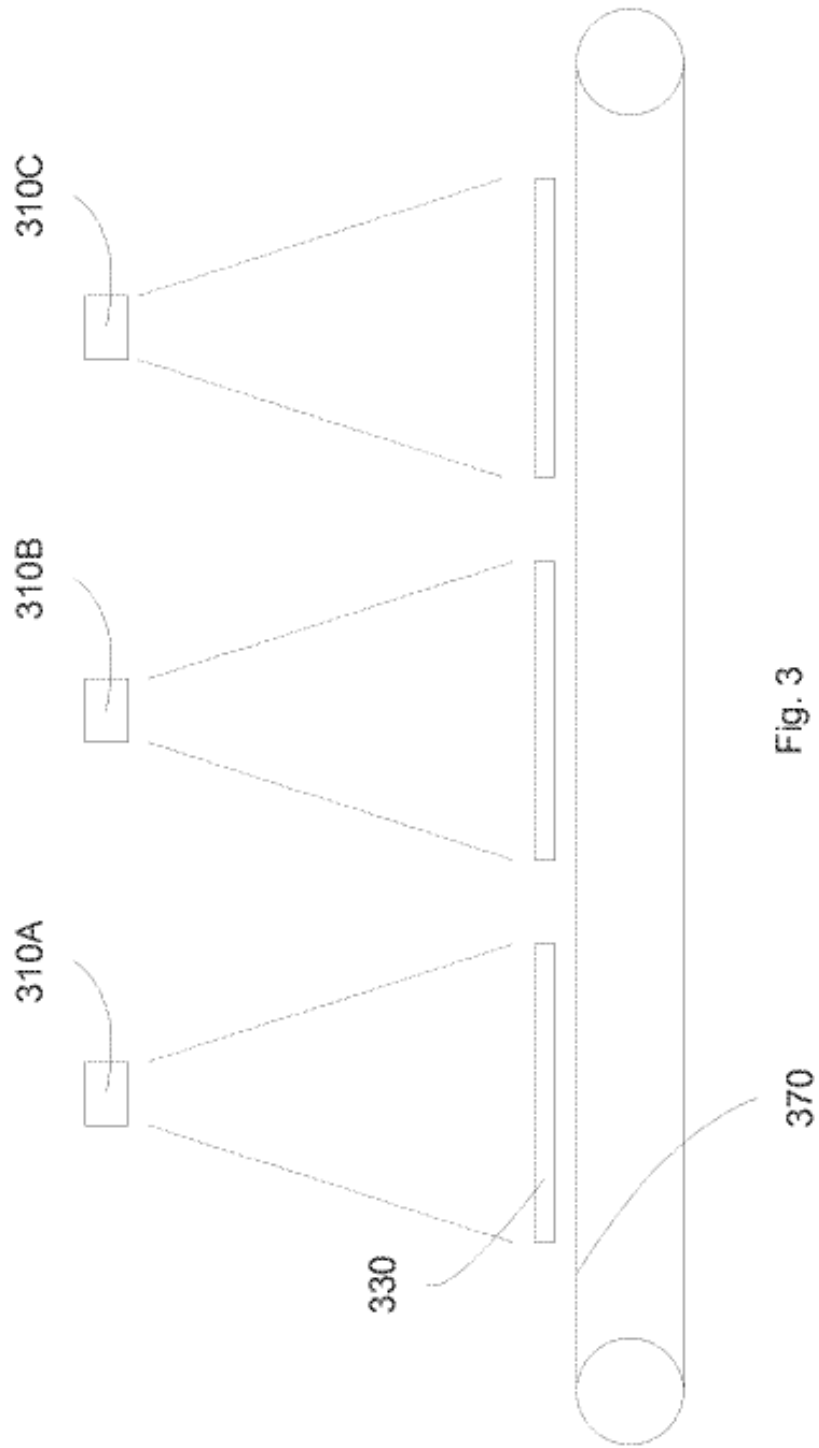


Fig. 3

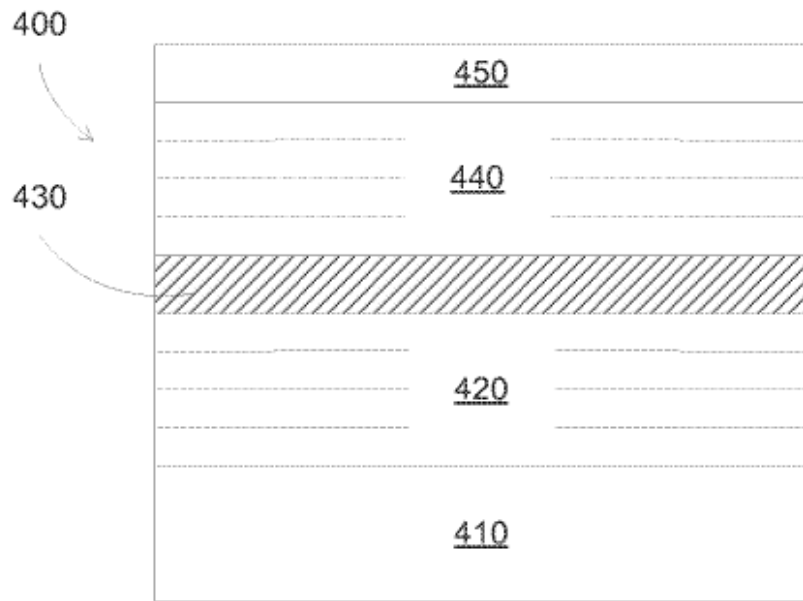


Fig. 4A

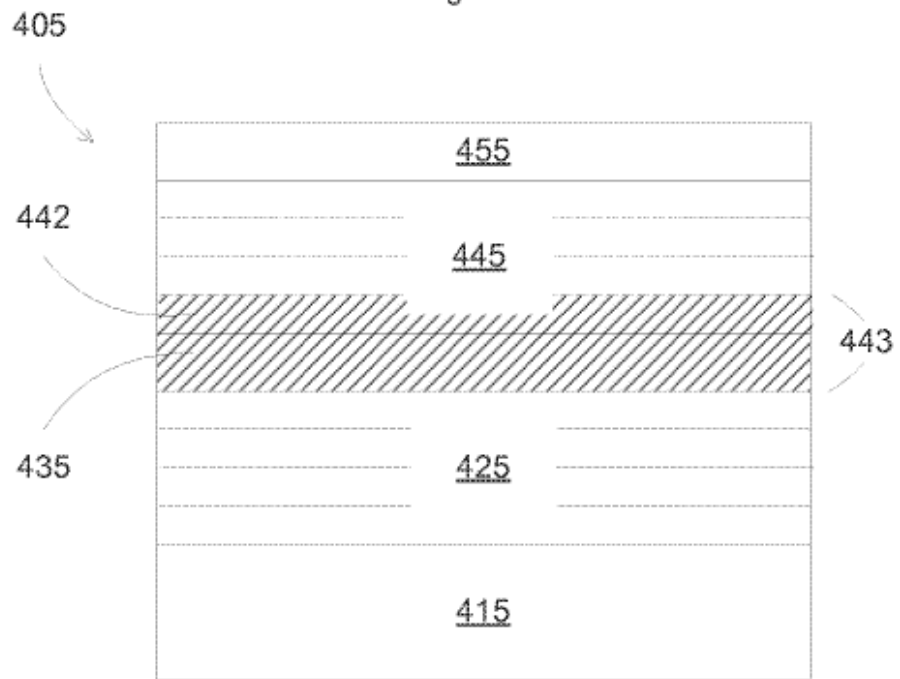


Fig. 4B

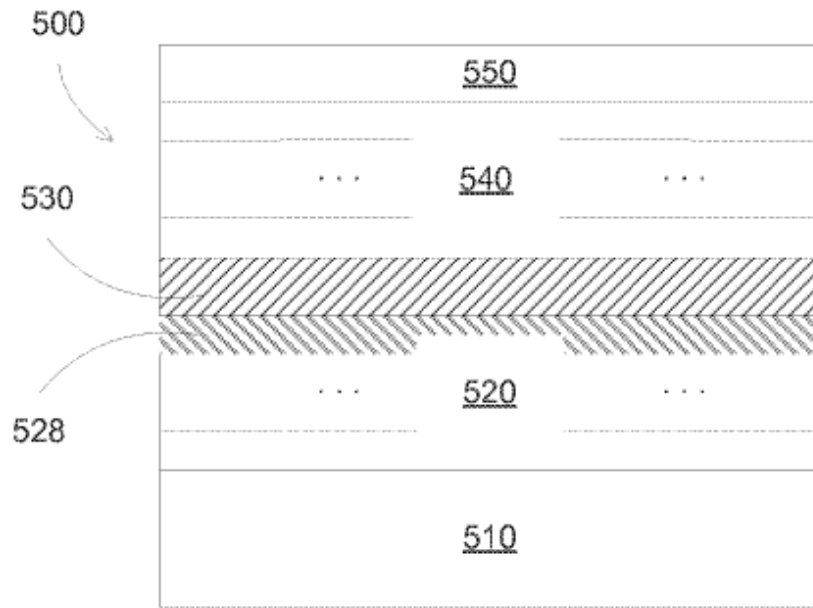


Fig. 5A

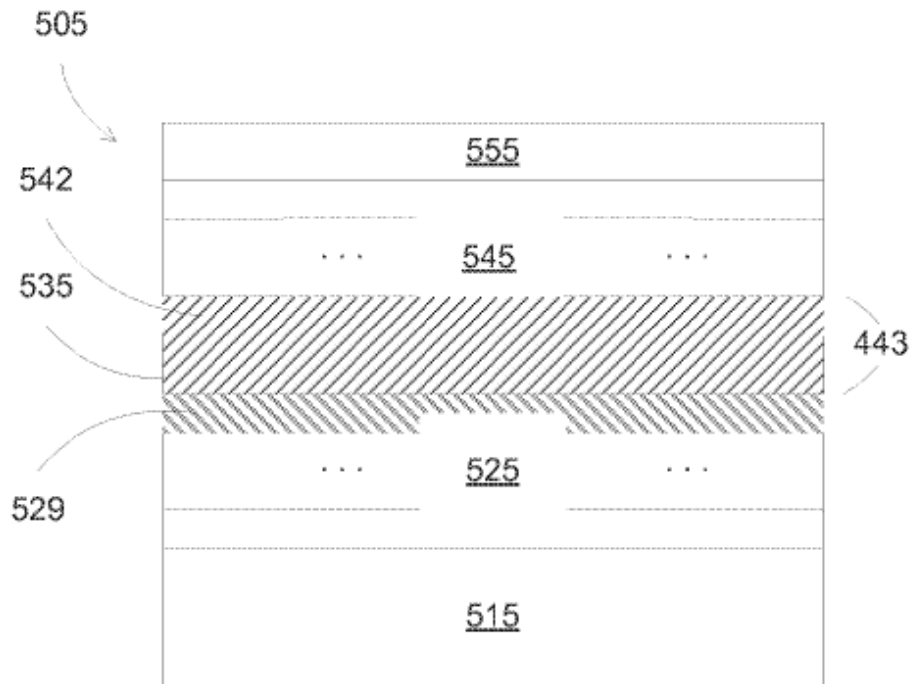


Fig. 5B

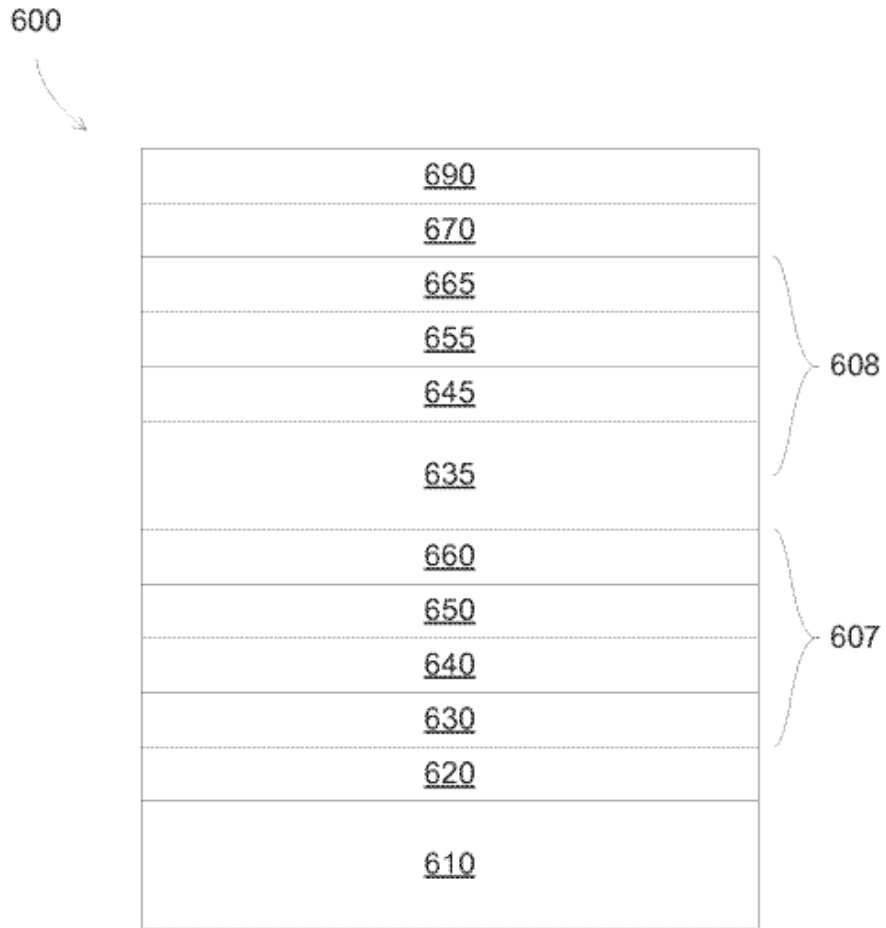


Fig. 6

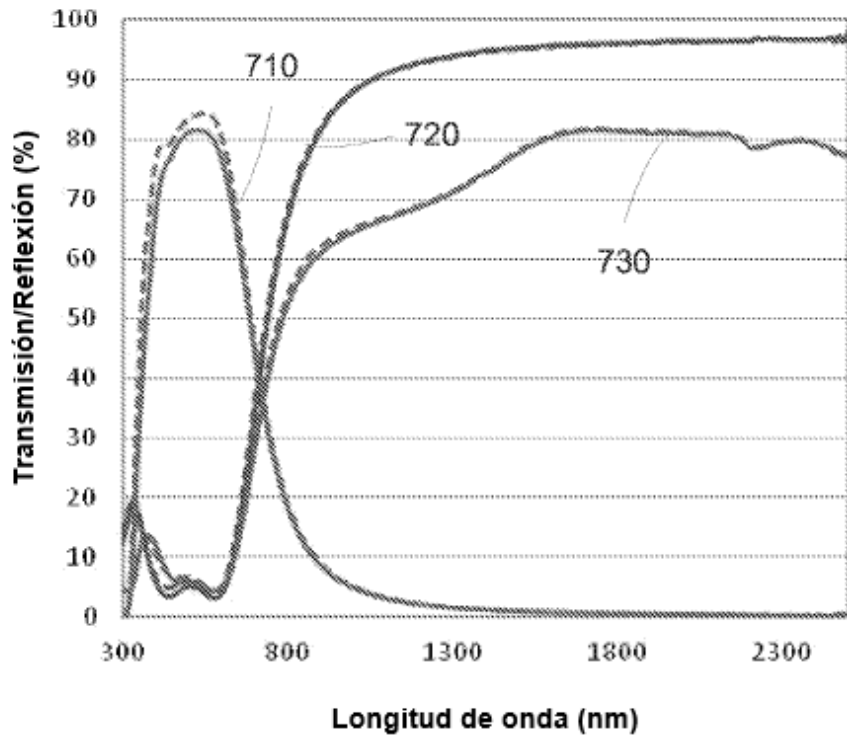


Fig. 7

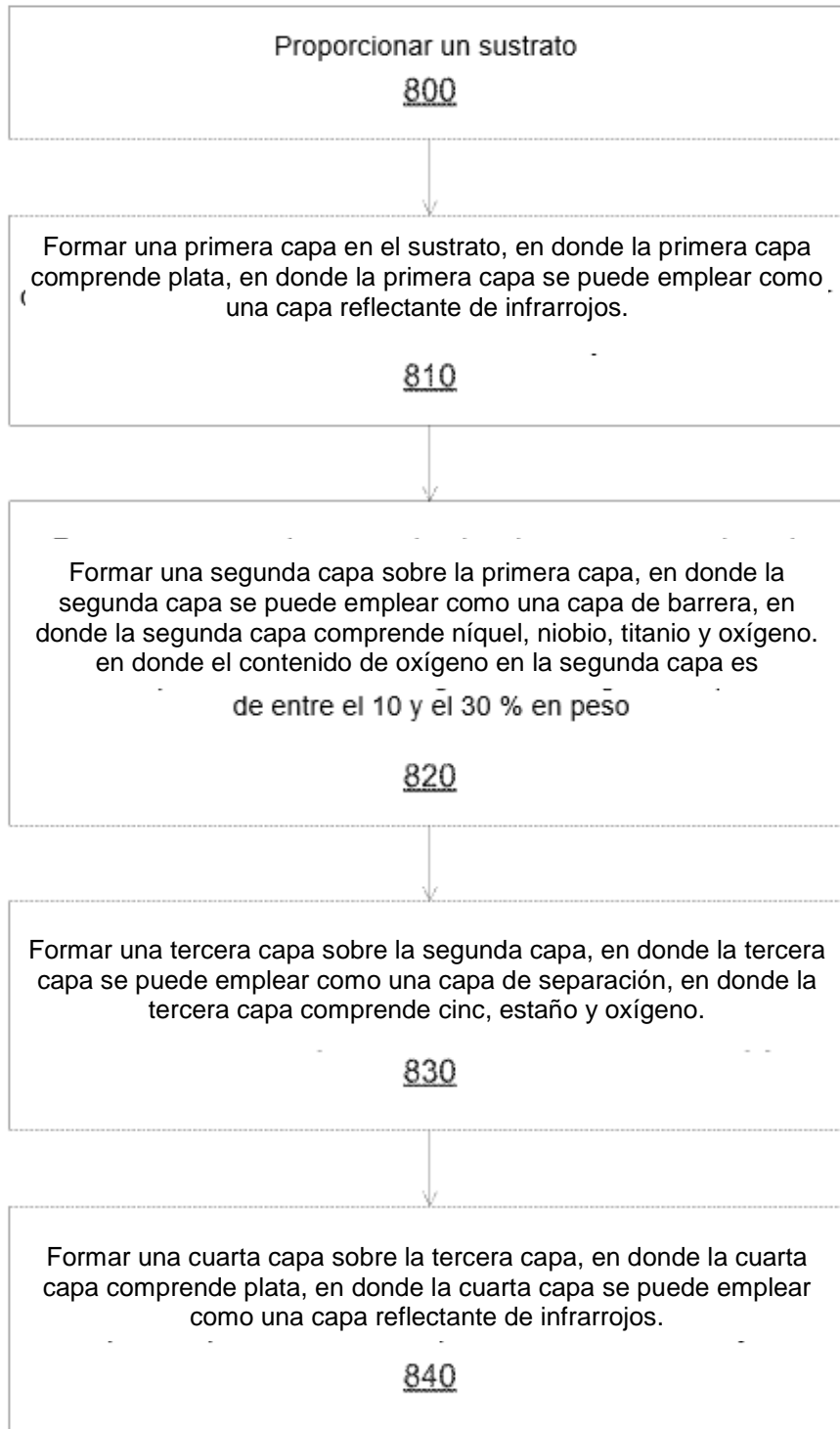


Fig. 8

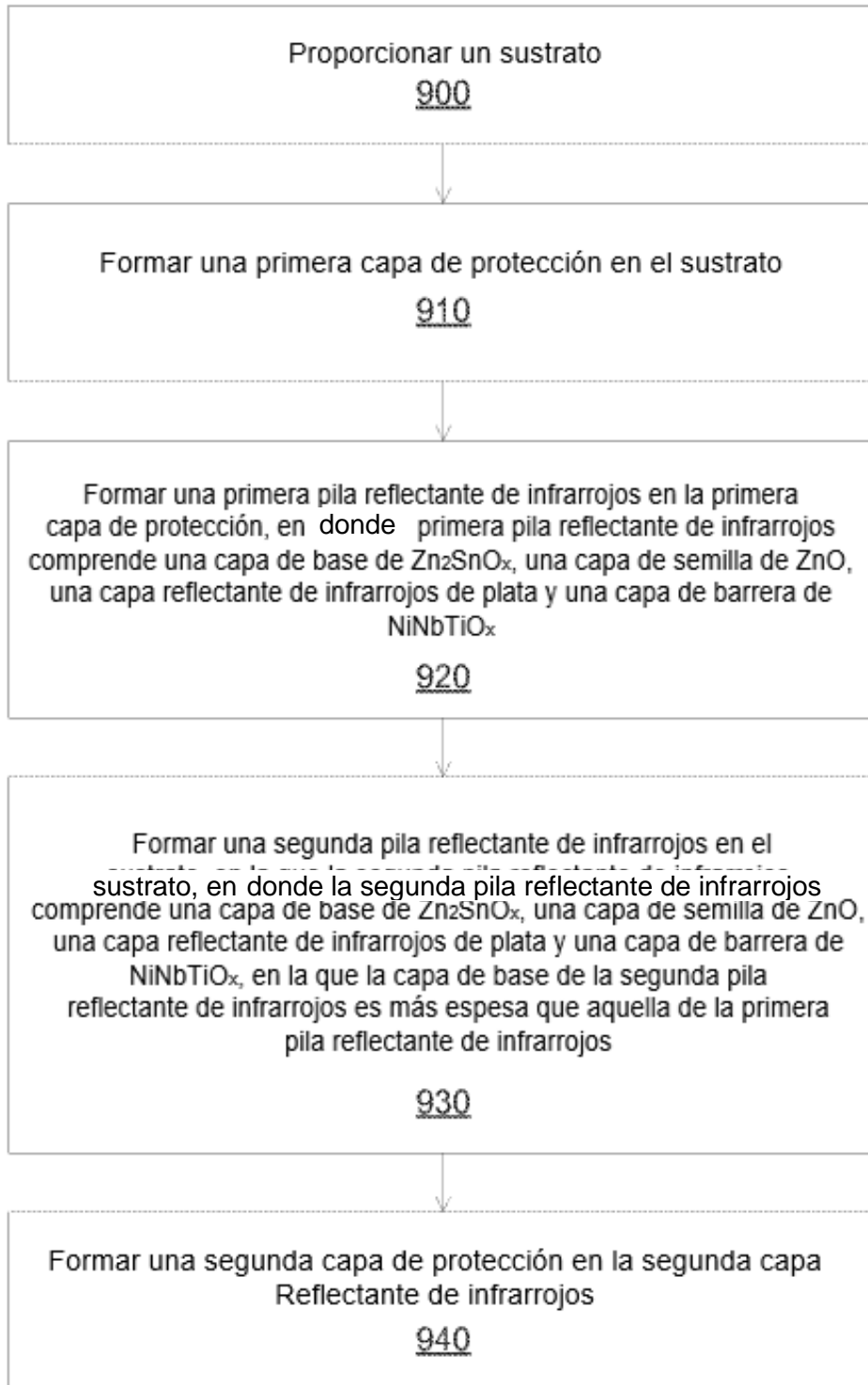


Fig. 9