

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 903**

51 Int. Cl.:

C03C 17/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2010 PCT/US2010/003091**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2011 WO11105991**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2010 E 10795490 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2539291**

54 Título: **Artículos que incluyen revestimientos anticondensación y/o de baja emisividad y/o métodos para la fabricación de los mismos**

30 Prioridad:

**10.05.2010 US 662894
31.08.2010 US 923082
26.02.2010 US 659196**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.01.2017

73 Titular/es:

**GUARDIAN INDUSTRIES CORP. (100.0%)
2300 Harmon Road
Auburn Hills, MI 48326-1714, US**

72 Inventor/es:

**LEMMER, JEAN-MARC;
MURPHY, NESTOR P.;
MCLEAN, DAVID D. y
BLACKER, RICHARD**

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 596 903 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

Artículos que incluyen revestimientos anticondensación y/o de baja emisividad y/o métodos para la fabricación de los mismos

5 **[0001]** La presente solicitud es una continuación en parte (CIP, por sus siglas en inglés) de las solicitudes de patente estadounidenses con número de serie 12/923 082, presentada el 31 de agosto de 2010 y 12/662 894, la última de las cuales es una continuación en parte de 12/659 196, presentada el 26 de febrero de 2010, la exposición de cada una de las cuales se incorpora en el presente documento por referencia.

CAMPO DE LA INVENCIÓN

10 **[0002]** Algunos modos de realización de ejemplo de la presente invención se refieren a artículos que incluyen revestimientos anticondensación y/o de baja emisividad, y/o métodos para la fabricación de los mismos. Más en concreto, algunos modos de realización de ejemplo de la presente invención se refieren a artículos que incluyen revestimientos anticondensación y/o de baja emisividad que están expuestos a un entorno externo, y/o métodos para la fabricación de los mismos. En algunos modos de realización, los revestimientos anticondensación y/o de baja emisividad pueden perdurar en un entorno externo y también pueden tener una baja emisividad hemisférica de manera que es más probable que la superficie de vidrio retenga el calor de la zona interior, reduciendo de esta manera (y a veces eliminando por completo) la presencia de condensación en los mismos. Los artículos de algunos modos de realización de ejemplo pueden ser, por ejemplo, tragaluces, ventanas o parabrisas de vehículos, unidades IG, unidades VIG, puertas de refrigeradores/congeladores y/o similares.

15

ANTECEDENTES Y SUMARIO DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN DE EJEMPLO DE LA INVENCIÓN

20 **[0003]** Se sabe que la humedad se condensa en los tragaluces, en las puertas de los refrigeradores/congeladores, en las ventanas de los vehículos y otros productos de vidrio. La acumulación de la condensación en los tragaluces desmerece el atractivo estético del vidrio. De manera similar, la acumulación de condensación en las puertas de los refrigeradores/congeladores en los supermercados o similares a veces hace que sea difícil para los consumidores localizar de manera rápida y sencilla los productos que están buscando. Y la acumulación de condensación en los automóviles a menudo es una molestia por las mañanas, ya que los conductores a menudo tienen que rascar la escarcha o el hielo y/o activar el desempañador del vehículo y/o los limpiaparabrisas para que la conducción sea más segura. La humedad y la niebla en los parabrisas a menudo causan una molestia similar, aunque pueden también suponer riesgos de seguridad potencialmente más significativos cuando el conductor atraviesa zonas montañosas, cuando se producen descensos de temperatura repentinos, etc.

25

30

[0004] A lo largo de los años se han desarrollado varios productos anticondensación para abordar estos y/u otros problemas en una variedad de aplicaciones. Véanse, por ejemplo, las patentes estadounidenses n.º 6 818 309; 6 606 833; 6 144 017; 6 052 965; 4 910 088. Como se ha mencionado anteriormente, algunos enfoques utilizan elementos calefactores activos para reducir la acumulación de la condensación, por ejemplo, como en los desempañadores de vehículos, las puertas de refrigeradores/congeladores calentadas de manera activa, etc. Desafortunadamente, estas soluciones activas tardan en funcionar en el contexto de los vehículos y, por tanto, abordan el problema una vez que se ha producido. En el caso de las puertas de refrigeradores/congeladores, tales soluciones activas pueden ser caras y/o ineficientes desde el punto de vista energético.

35

[0005] Se han realizado algunos intentos para incorporar un revestimiento anticondensación de película fina en una ventana. Estos intentos han implicado generalmente la deposición de forma pirolítica de un revestimiento grueso de óxido de estaño dopado con flúor (FTO, por sus siglas en inglés) de 4000-6000 ángstrom en la superficie exterior (p. ej., superficie 1) de una ventana, tal como, por ejemplo, un tragaluz. Aunque se sabe que las técnicas de deposición pirolítica presentan "revestimientos duros", desafortunadamente el FTO se rasca con bastante facilidad, cambia de color con el tiempo y presenta otras desventajas.

40

[0006] Por tanto, se entenderá que en la técnica se necesitan artículos que incluyan revestimientos anticondensación y/o de baja emisividad de película fina mejorados y/o métodos para la fabricación de los mismos.

45

[0007] Un aspecto de ciertos modos de realización de ejemplo se refiere a revestimientos anticondensación y/o de baja emisividad que son adecuados para la exposición a un entorno externo, y/o métodos para la fabricación de los mismos. El entorno externo en determinados casos de ejemplo puede ser el exterior y/o el interior de un vehículo o una casa (en lugar de, por ejemplo, una zona más protegida entre sustratos adyacentes).

50

[0008] Otro aspecto de determinados modos de realización de ejemplo se refiere a revestimientos anticondensación y/o de baja emisividad que tienen una baja resistencia laminar y una baja emisividad hemisférica de manera que es más probable que la superficie de vidrio retenga el calor de la zona interior, reduciendo de esta manera (y a veces eliminando por completo) la presencia de condensación en los mismos.

55

[0009] Otro aspecto adicional de determinados modos de realización de ejemplo se refiere a artículos revestidos que tienen un revestimiento anticondensación y/o de baja emisividad formado en una superficie exterior y uno o más revestimientos de baja emisividad formados en una o más superficies interiores respectivas del artículo. En determinados modos de realización, el revestimiento anticondensación puede templarse de manera térmica (p. ej., a una temperatura de al menos 580 grados Celsius durante al menos aproximadamente 2 minutos, más preferiblemente al menos aproximadamente 5 minutos) o recocerse (p. ej., a una temperatura inferior a la requerida para el temple).

[0010] Los artículos de determinados modos de realización de ejemplo pueden ser, por ejemplo, tragaluces, ventanas o parabrisas de vehículos, unidades IG, unidades VIG, puertas de refrigeradores/congeladores y/o similares.

[0011] Determinados ejemplos se refieren a un artículo revestido que comprende: un revestimiento soportado por un sustrato, en el que el revestimiento es un revestimiento anticondensación que comprende las siguientes capas que se alejan del primer sustrato: una capa que comprende nitruro de silicio y/u oxinitruro de silicio, una capa que comprende un óxido conductor transparente (TCO, por sus siglas en inglés), una capa que comprende nitruro de silicio y una capa que comprende uno o más de entre óxido de circonio, nitruro de circonio, óxido de aluminio y nitruro de aluminio, donde el revestimiento anticondensación se dispone en una superficie exterior del sustrato de manera que el revestimiento anticondensación se expone a un entorno externo y el revestimiento anticondensación tiene una emisividad hemisférica inferior a 0,23 y una resistencia laminar inferior a 30 ohmios/cuadrado. ejemplos

[0012] Determinados ejemplos se refieren a un artículo revestido que comprende un revestimiento soportado por un sustrato. El revestimiento es un revestimiento anticondensación que comprende las siguientes capas de película fina depositadas en el siguiente orden alejándose del primer sustrato: una capa de barrera que incluye silicio, una primera capa de contacto que incluye silicio, una capa que comprende un óxido conductor transparente (TCO), una segunda capa de contacto que incluye silicio y una capa de óxido de circonio. El revestimiento anticondensación se dispone en una superficie exterior del sustrato de manera que el revestimiento anticondensación se expone a un entorno externo. El revestimiento anticondensación tiene una emisividad hemisférica inferior a 0,23 y una resistencia laminar inferior a 30 ohmios/cuadrado.

[0013] De conformidad con determinados modos de realización de ejemplo, el entorno externo es el interior de una casa o vehículo. De conformidad con determinados modos de realización de ejemplo, el entorno externo es el entorno exterior. De conformidad con determinados modos de realización de ejemplo, se proporciona un revestimiento de baja emisividad en el sustrato opuesto al revestimiento anticondensación.

[0014] En determinados modos de realización de ejemplo, el artículo revestido puede construirse en un tragaluz, una ventana, una ventana de vidrio aislante (IG, por sus siglas en inglés), una ventana de vidrio aislante de vacío (VIG, por sus siglas en inglés), una puerta de refrigerador/congelador y/o un parabrisas o una ventana de vehículo. El revestimiento anticondensación puede proporcionarse en la superficie uno y/o en la superficie cuatro de una unidad de IG o VIG, por ejemplo.

[0015] En determinados modos de realización de ejemplo, se proporciona un método para la fabricación de una unidad de vidrio aislante (IGU, por sus siglas en inglés). Se proporciona un primer sustrato de vidrio. Se dispone una pluralidad de capas, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, incluyendo la pluralidad de capas, en orden alejándose del primer sustrato de vidrio: una primera capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1, una capa que comprende ITO que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1 y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1. El primer sustrato de vidrio se trata térmicamente con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo. Se proporciona un segundo sustrato de vidrio en una relación sustancialmente paralela al primer sustrato de vidrio y separada de este último de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio esté opuesta al segundo sustrato de vidrio. El primer y el segundo sustrato de vidrio se sellan entre sí.

[0016] De conformidad con determinados modos de realización de ejemplo, la primera y la segunda capa que comprenden oxinitruro de silicio que tienen índices de refracción de 1,7-1,8 y/o la capa que comprende ITO tiene un índice de refracción de 1,8-1,93.

[0017] De conformidad con determinados modos de realización de ejemplo, dicho tratamiento térmico implica recocido con láser, exposición a radiación NIR-SWIR y/o calentamiento en horno.

[0018] En determinados modos de realización de ejemplo, se proporciona un método para la fabricación de una unidad de vidrio aislante (IGU). Se proporciona un primer sustrato de vidrio. Se dispone una pluralidad de capas, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, con la pluralidad de capas incluyendo, en orden alejándose del primer sustrato de vidrio: una primera capa que comprende oxinitruro de silicio, una capa que comprende ITO y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio. El primer sustrato de vidrio se trata térmicamente con la pluralidad de capas dispuestas en el mismo. Se proporciona un

segundo sustrato de vidrio en una relación sustancialmente paralela al primer sustrato de vidrio y separada de este último de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio esté opuesta al segundo sustrato de vidrio. El primer sustrato de vidrio con la pluralidad de capas en la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después de dicho tratamiento térmico.

[0019] En determinados modos de realización de ejemplo, se proporciona una unidad de vidrio aislante (IGU). La IGU incluye un primer sustrato de vidrio. Se dispone una pluralidad de capas mediante pulverización catódica, directa o indirectamente, en una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, incluyendo la pluralidad de capas, en orden alejándose del primer sustrato de vidrio: una primera capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1, una capa que comprende ITO que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1 y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1. Se proporciona un segundo sustrato de vidrio en una relación sustancialmente paralela al primer sustrato de vidrio y separada de este último, con la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio opuesta al segundo sustrato de vidrio cuando se ensambla. Un sello de borde sella el primer y el segundo sustrato de vidrio uno a otro. El primer sustrato de vidrio se trata térmicamente con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo. El primer sustrato de vidrio con la pluralidad de capas sobre la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después de dicho tratamiento térmico.

[0020] Las características, aspectos, ventajas y modos de realización de ejemplo descritos en el presente documento pueden combinarse para realizar aún más modos de realización.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0021] Estas y otras características y ventajas pueden entenderse mejor y de manera más completa por referencia a la siguiente descripción detallada de los modos de realización ilustrativos de ejemplo junto con los dibujos, de los cuales:

- La FIGURA 1 es un artículo revestido de ejemplo que incluye un revestimiento anticondensación;
- La FIGURA 2 es una unidad de vidrio aislante de ejemplo que incluye un revestimiento anticondensación dispuesto sobre una superficie exterior expuesta a la atmósfera exterior;
- La FIGURA 3 es una unidad de vidrio aislante de ejemplo que incluye un revestimiento anticondensación dispuesto sobre una superficie interior expuesta al entorno interior;
- La FIGURA 4 es una unidad de vidrio aislante de ejemplo que incluye revestimientos anticondensación dispuestos sobre superficies exteriores e interiores de la unidad de vidrio aislante;
- La FIGURA 5 es un gráfico que ilustra el rendimiento de un modo de realización de ejemplo, un producto anticondensación actual y un sustrato de vidrio descubierto a media que la temperatura, la humedad y el punto de rocío cambian durante un periodo de tiempo de 18 horas;
- La FIGURA 6 es un artículo revestido de ejemplo que incluye un revestimiento anticondensación;
- La FIGURA 7 es un artículo revestido que incluye un revestimiento anticondensación de conformidad con un modo de realización de ejemplo; y
- La FIGURA 8 es una vista esquemática de un sistema que incorpora un calentador infrarrojo (IR) de conformidad con determinados modos de realización de ejemplo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN DE EJEMPLO DE LA INVENCION

[0022] Se hace referencia ahora más en concreto a los dibujos adjuntos en los que los números de referencia iguales indican partes iguales en las diversas vistas.

[0023] Determinados modos de realización de ejemplo de la presente invención hacen referencia a revestimientos anticondensación de película fina que están expuestos al entorno. Tales revestimientos tienen una baja emisividad hemisférica en determinados modos de realización de ejemplo, lo que ayuda a la superficie de vidrio a retener el calor proporcionado desde el lado interior. Por ejemplo, en aplicaciones de ejemplo de tragaluces y/u otras ventanas de edificios, la superficie de vidrio retiene más calor del interior del edificio. En aplicaciones de ejemplo de vehículos, el parabrisas retiene más calor del interior del vehículo. Esto ayuda a reducir (y a veces incluso evitar) la formación inicial de condensación. Como se ha mencionado anteriormente, tales revestimientos anticondensación pueden proporcionarse en una superficie (o múltiples superficies) expuesta entorno en determinados casos de ejemplo. Como tal, los revestimientos anticondensación de determinados modos de realización de ejemplo pueden ser robustos para que puedan perdurar en tales condiciones.

[0024] La Fig. 1 es un artículo revestido que incluye un revestimiento anticondensación de ejemplo. El ejemplo de la Fig. 1 incluye un sustrato de vidrio 1 que soporta un revestimiento anticondensación 3 multicapa de película fina. El revestimiento anticondensación 3 tiene una baja emisividad hemisférica. En determinados ejemplos, la emisividad hemisférica es inferior a 0,25, más preferiblemente inferior a 0,23, aún más preferiblemente inferior a

0,2 y a veces incluso inferior a 1,0-1,5. Esto se logra proporcionando una capa fina de óxido conductor transparente (TCO) 5 de manera que se consigue una resistencia laminar adecuadamente baja. En el ejemplo de la Fig. 1, el TCO 5 es óxido de indio y estaño (ITO, por sus siglas en inglés). Una resistencia laminar de 10-30 ohmios/cuadrado generalmente será suficiente para conseguir los valores de emisividad hemisférica deseados. Algunos ejemplos descritos en el presente documento proporcionan una resistencia laminar de 13-27 ohmios/cuadrado, proporcionando el ejemplo proporcionado a continuación una resistencia laminar de 17 ohmios/cuadrado. En determinados casos de ejemplo, es posible seleccionar un TCO 5 de manera que la resistencia laminar disminuya hasta aproximadamente 5 ohmios/cuadrado, aunque no es necesario este valor bajo en todos los ejemplos. La Fig. 6 ilustra un artículo revestido que incluye capas similares, salvo que en la Fig. 6 las capas 11 y 13 no están presentes. En la Fig. 6, la capa que incluye oxinitruro de silicio 9b puede ser tanto una capa de barrera que incluye silicio como una capa de contacto inferior y estar compuesta por una combinación de las capas 9b y 11 de la Fig. 1. En la Fig. 1 y en la Fig. 6, la capa de revestimiento exterior 7 puede ser de, o incluir, óxido de circonio, óxido de aluminio, nitruro de aluminio y/u oxinitruro de aluminio en modos de realización de ejemplo de la presente invención. Las capas 9a, 9b y 11 de, o que incluyen, nitruro de silicio y/u oxinitruro de silicio pueden doparse con aluminio (p. ej., de aproximadamente 0,5 % a 5 % de Al) en determinados ejemplos, como se conoce en la técnica, para que el objetivo pueda ser conductor durante la pulverización catódica de la capa.

[0025] Haciendo referencia a las Fig. 1 y 6, el TCO 5 se protege del entorno mediante una capa u óxido de circonio 7. Se puede proporcionar una capa de barrera que incluye silicio 11 entre el TCO 5 y el sustrato 1 también para ayudar a proteger el TCO 5, p. ej., de la migración del sodio. En el ejemplo de la Fig. 1, la capa de barrera que incluye silicio 11 es nitruro de silicio y la capa de barrera de nitruro de silicio 11 se proporciona adyacente a una capa de óxido de titanio 13. La capa de barrera de nitruro de silicio 11 y la capa de óxido de titanio 13 ayudan con la óptica del artículo general. Se entenderá que también se puede utilizar un sistema de apilamiento de capas baja/alta/baja para mejorar la óptica del producto final en determinados casos de ejemplo. En determinados ejemplos, la capa de barrera de nitruro de silicio 11 puede oxidarse, p. ej., de manera que es una capa de oxinitruro de silicio. En otras palabras, la capa 11 puede ser de, o incluir, oxinitruro de silicio, por ejemplo. En determinados ejemplos, una capa de barrera que comprende nitruro de silicio (p. ej., Si_3N_4 u otra estequiometría adecuada) puede reemplazar la capa de barrera que incluye silicio 11 y la capa de óxido de titanio 13 del ejemplo de la Fig.1.

[0026] Las capas adicionales que incluyen silicio 9a y 9b pueden intercalar el TCO 5. Como se muestra en el ejemplo de la Fig.1, la capa superior que incluye silicio 9a es una capa de nitruro de silicio, mientras que la capa inferior que incluye silicio 9b es una capa de oxinitruro de silicio. Se entenderá que puede utilizarse cualquier combinación adecuada de silicio con oxígeno y/o nitrógeno.

[0027] La siguiente tabla proporciona ejemplos de grosores físicos y rangos de grosor para el ejemplo de la Fig. 1.

	Ejemplo de rango de grosor (nm)	Ejemplo de grosor (nm)
ZrOx (7)	2-15	7
SiNx (9a)	10-50	30
ITO (5)	75-175	130
SiOxNy (9b)	10-50	35
TiOx (13)	2-10	3,5
SiNx (11)	10-20	13

[0028] Los grosores de las capas 9b, 5, 9a y 7 del ejemplo de la Fig. 6 son similares y la tabla anterior también es aplicable a esos grosores. Sin embargo, en la Fig. 6, la capa 9b a base de nitruro de silicio y/u oxinitruro de silicio puede ser más gruesa, p. ej., de aproximadamente 10-200 nm de grosor, más preferiblemente de aproximadamente 10-100 nm de grosor. Como se ha indicado anteriormente, pueden utilizarse otros TCO en lugar de, o además de, ITO. Por ejemplo, determinados ejemplos pueden incorporar un intercalado de ITO/Ag/ITO. Determinados ejemplos pueden incorporar óxido de cinc, óxido de cinc dopado con aluminio (AZO, por sus siglas en inglés), óxido de aluminio de tipo p, Ag dopada o no dopada, FTO y/o similares. Cuando la Ag se incorpora en el sistema de apilamiento de capas como un TCO, las capas que comprenden Ni y/o Cr pueden proporcionarse directamente adyacentes a (en contacto con) la Ag. En determinados ejemplos, cada capa del sistema de apilamiento de capas puede depositarse mediante pulverización catódica. En determinados ejemplos, una o más capas pueden depositarse utilizando una técnica diferente. Por ejemplo, cuando se incorpora FTO como el TCO 5, puede depositarse de manera pirolítica (p. ej., utilizando deposición de vapor por combustión o CVD, por sus siglas en inglés).

[0029] En determinados modos de realización, la capa de carbono tipo diamante (DCL, por sus siglas en inglés) puede proporcionarse directamente sobre, y en contacto con, el óxido de circonio. Esto puede ayudar a crear un revestimiento de tipo hidrófilo más perdurable en determinados casos de ejemplo. Los revestimientos hidrófilos

generalmente implican un ángulo de contacto inferior o igual a 10 grados. El óxido de circonio depositado mediante pulverización catódica tiende a tener un ángulo de contacto inferior a aproximadamente 20 grados. Sin embargo, la formación de DLC encima del DLC sobre el óxido de circonio ayuda con su humectabilidad y crea una capa más dura. Cuando se temple, por ejemplo, un apilamiento de capas de óxido de circonio/DLC alcanza un ángulo de contacto inferior o igual a aproximadamente 15 grados. Por consiguiente, se puede conseguir un revestimiento perdurable de tipo hidrófilo. Cabe señalar que esta capa puede crearse proporcionando una capa de nitruro de circonio seguida de una capa de DLC que, tras el temple, producirá una capa de óxido de circonio seguida de una capa de DLC. Véase, por ejemplo, la solicitud número de serie 12/320 664, que describe un artículo revestido térmicamente tratable que incluye DLC y/o circonio en su revestimiento.

10 **[0030]** Además o como alternativa, puede proporcionarse un revestimiento fino hidrófilo y/o fotocatalítico sobre el óxido de circonio. Dicha capa puede comprender anatasa TiO_2 , BiO , BiZr , BiSn , SnO y/o cualquier otro material adecuado. Dicha capa también puede ayudar con la humectabilidad y/o proporcionar propiedades autolimpiantes al artículo.

15 **[0031]** En determinados ejemplos, la capa protectora de óxido de circonio 7 puede sustituirse por óxido de aluminio y/o oxinitruro de aluminio. De manera adicional, en determinados ejemplos, la capa 7 puede depositarse inicialmente en forma multicapa para incluir una primera capa de, o que incluye, nitruro de circonio directamente en la capa que incluye nitruro de silicio 9a y una segunda capa de, o que incluye, carbono tipo diamante (DLC). Entonces, cuando se desea un tratamiento térmico (p. ej., que incluye temple térmico a una(s) temperatura(s) de al menos aproximadamente 580 grados Celsius), el artículo revestido se trata térmicamente y la capa superpuesta que incluye DLC se quema durante el tratamiento térmico y la capa que incluye nitruro de circonio se transforma en óxido de circonio dando de esta manera como resultado un artículo revestido tratado térmicamente que tiene un apilamiento de capas tratadas térmicamente donde la capa 7 es de, o incluye, óxido de circonio (p. ej., véanse las Fig. 1 y 6).

25 **[0032]** Aunque no se muestra en los ejemplos de la Fig. 1 o la Fig. 6, puede proporcionarse un revestimiento de baja emisividad a base de plata en el sustrato de vidrio opuesto al revestimiento anticondensación 3. Por ejemplo, el revestimiento de baja emisividad a base de plata puede ser cualquiera de los revestimientos de baja emisividad descritos en las solicitudes número de serie 12/385 234; 12/385 802; 12/461 792; 12/591 611 y 12/654 594. Por supuesto, otros revestimientos de baja emisividad comercialmente disponibles del cesionario de la presente invención y/u otros revestimientos de baja emisividad también pueden utilizarse en relación con los diferentes modos de realización de la presente invención. Cuando el artículo revestido se temple, puede conducirse a través de un horno de templado "boca abajo". En otras palabras, cuando el artículo revestido se temple, el revestimiento anticondensación puede estar orientado hacia los rodillos.

30 **[0033]** En determinados modos de realización de ejemplo, la transmisión visible puede ser alta cuando se aplica un revestimiento anticondensación. Por ejemplo, en determinados modos de realización, la transmisión visible será preferiblemente al menos aproximadamente 50 %, más preferiblemente al menos aproximadamente 60 %, aún más preferiblemente al menos aproximadamente 65 %. En determinados modos de realización de ejemplo, la transmisión visible puede ser 70 %, 80 %, o incluso mayor.

40 **[0034]** El artículo revestido mostrado en la Fig. 1 o en la Fig. 6 puede incorporarse en una unidad de vidrio aislante (IG). Por ejemplo, la Fig. 2 es una unidad de vidrio aislante que incluye un revestimiento anticondensación dispuesto en una superficie exterior expuesta a la atmósfera exterior. La unidad de IG en el ejemplo de la Fig. 2 incluye un primer y un segundo sustrato de vidrio 1 y 21 separados y sustancialmente paralelos. Estos sustratos definen un espacio o hueco 22 entre los mismos. El primer y el segundo sustrato 1 y 21 se sellan utilizando un sello de borde 23 y una pluralidad de pilares 25 ayudan a mantener la distancia entre el primer y el segundo sustrato 1 y 21. El primer sustrato 1 soporta el revestimiento anticondensación 3. Como se apreciará en el ejemplo de la Fig. 2, el revestimiento anticondensación 3 se expone al entorno exterior. Esto es una desviación de las prácticas comunes, en las que los revestimientos de baja emisividad generalmente están protegidos del entorno externo. La disposición de la Fig. 2 se hace posible debido a la durabilidad del revestimiento anticondensación 3.

50 **[0035]** Aunque no se muestra en la Fig. 2, de manera similar a como se describió anteriormente, se puede proporcionar un revestimiento de baja emisividad (p. ej., un revestimiento de baja emisividad a base de plata) en una superficie interior de uno de entre el primer y el segundo sustrato 1 y 21. En otras palabras, aunque no se muestra en la Fig. 2, puede proporcionarse un revestimiento de baja emisividad en la superficie 2 o la superficie 3 de la unidad de IG mostrada en la Fig. 2.

55 **[0036]** Cuando se proporciona el ejemplo de la Fig. 2 en relación con una aplicación de tragaluz, por ejemplo, el sustrato exterior 1 puede templarse y el sustrato interior 21 puede laminarse, p. ej., para fines de seguridad. Asimismo, esto puede ser cierto para otros productos de unidades de IG, dependiendo de la aplicación deseada. Además, se entenderá que la estructura de la unidad de IG mostrada en el ejemplo de la Fig. 2 puede utilizarse en relación con las aplicaciones generalmente verticales y generalmente horizontales. En otras palabras, la

estructura de la unidad de IG mostrada en el ejemplo de la Fig. 2 puede utilizarse en puertas de refrigeradores/congeladores que son generalmente verticales o generalmente horizontales.

5 **[0037]** En determinados modos de realización, el espacio o hueco 22 entre el primer y el segundo sustrato 1 y 21 puede evacuarse y/o rellenarse con un gas inerte (tal como argón, por ejemplo) y el sello de borde 23 puede proporcionar un sello hermético, p. ej. en la formación de una unidad de vidrio aislado de vacío (VIG).

10 **[0038]** La Fig. 2 muestra una unidad de IG que tiene dos sustratos de vidrio. Sin embargo, los revestimientos anticondensación de ejemplo descritos en el presente documento pueden utilizarse en relación con los productos que contienen el primer, el segundo y el tercer sustrato de vidrio sustancialmente paralelos y separados (también denominados a veces productos “de triple acristalamiento”). El revestimiento anticondensación puede disponerse en la superficie 1 (la superficie más exterior expuesta al entorno) y los revestimientos de baja emisividad pueden disponerse en una o más superficies interiores (superficies distintas a la superficie 1 y a la superficie 6). Por ejemplo, el revestimiento anticondensación puede disponerse en la superficie 1 y los revestimientos de baja emisividad pueden disponerse en las superficies 2 y 5, 3 y 5, etc. en diferentes modos de realización de la presente invención. Dichos productos de triple acristalamiento pueden ser unidades de IG que contienen tres vidrios o sustratos, unidades de triple VIG que contienen tres vidrios o sustratos, etc., en diferentes modos de realización de la presente invención.

20 **[0039]** Como se indica anteriormente, determinados modos de realización pueden utilizarse en relación con espejos, ventanas, parabrisas de vehículos, y/o similares. La emisividad hemisférica de las superficies de vidrio exteriores de un vehículo normalmente es mayor que aproximadamente 0,84. Sin embargo, al reducir la emisividad hemisférica a los rangos anteriormente identificados (y/u otros rangos), la superficie de vidrio puede retener más calor proporcionado por el interior del vehículo. A su vez, esto puede dar lugar a la reducción o eliminación de la acumulación de condensación en la superficie del vidrio cuando un vehículo en movimiento pasa de un clima más frío a uno más cálido (p. ej., en zonas montañosas), a la reducción o la eliminación de la acumulación de condensación y/o escarcha en el vidrio cuando se aparca y se deja toda la noche, etc. El revestimiento anticondensación en aplicaciones de vehículos puede proporcionarse en el lateral del vidrio que es exterior con respecto a la cabina del vehículo.

[0040] El revestimiento superior de óxido de circonio es ventajoso para aplicaciones de ventanas de vehículos, puesto que tiene un coeficiente de fricción comparativamente bajo. Más en concreto, este coeficiente de fricción más bajo facilita el movimiento hacia arriba y hacia abajo de las ventanas.

30 **[0041]** Determinados modos de realización de ejemplo pueden utilizarse en relación con cualquier vehículo adecuado, incluyendo, por ejemplo, automóviles; camiones; trenes; botes, barcos y otras embarcaciones; aviones; tractores y otro equipo de trabajo; etc. En las aplicaciones de espejos de vehículos, la óptica del revestimiento se puede ajustar para que no se produzca un “doble reflejo”.

35 **[0042]** Los inventores de la presente solicitud también se han dado cuenta de que el revestimiento anticondensación de determinados ejemplos puede utilizarse para ayudar a satisfacer el denominado “estándar 0.30/0.30.”. En resumen, el estándar 0.30/0.30 se refiere a un valor U inferior o igual a 0,30 y un coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC, por sus siglas en inglés) o inferior o igual a 0,30. La legislación actual en EE.UU. proporcionaría un crédito fiscal para la investigación en ventanas, tragaluces, puertas, etc., que satisfacen estos criterios.

40 **[0043]** La Fig. 3 es una unidad de vidrio aislante de ejemplo que incluye un revestimiento anticondensación (p. ej., véase el revestimiento de la Fig. 1 y/o de la Fig. 6) dispuesto en una superficie más interior expuesta al entorno interior. El ejemplo de la Fig. 3 es similar al ejemplo de la Fig. 2, salvo en que el ejemplo de la Fig. 3 tiene el revestimiento anticondensación 3 situado en la superficie 4, que es la superficie exterior del sustrato de vidrio interior 1 que está expuesta al interior del edificio en vez de al entorno exterior.

45 **[0044]** En determinados ejemplos, el sustrato interior 1 puede recocerse (en lugar de templarse). El revestimiento anticondensación puede continuar siendo el mismo o sustancialmente el mismo que entre los ejemplos de la Fig. 2 y la Fig. 3, aunque las modificaciones descritas anteriormente en relación con las Fig. 1,2 y/o 6 también se pueden realizar en relación con un ejemplo como la Fig. 3. Un cambio que podría realizarse es el aumento del grosor del ITO para lograr el rendimiento del valor U deseado. En estos casos en los que el ITO se hace más grueso, el grosor de las otras capas también puede ajustarse para conseguir las propiedades ópticas deseadas. También pueden añadirse capas adicionales para conseguir las propiedades ópticas deseadas. Los otros elementos estructurales son los mismos que entre las Fig. 2 y 3 y pueden realizarse modificaciones similares a los mismos.

55 **[0045]** Cuando el revestimiento anticondensación 3 se dispone en la superficie 4 como se muestra en la Fig. 3, se ha determinado que el valor U es 0,29. Cuando se proporciona un revestimiento de baja emisividad adicional en la superficie 2 de la unidad de IG, se ha descubierto que el valor U desciende a 0,23. Determinados ejemplos también pueden proporcionar un SHGC inferior o igual a 0,30, ayudando de esta manera a satisfacer el estándar 0,30/0,30.

[0046] En los productos con valores U bajos (p. ej., unidades de IG o VIG con el revestimiento anticondensación en la superficie 4, unidades de VIG de dos y tres vidrios, etc.), la condensación puede convertirse en un problema, p. ej., ya que el vidrio no se calienta debido a los revestimientos de baja emisividad. Se presenta una solución a este desafío en la Fig. 4, que es una unidad de vidrio aislante de ejemplo que incluye revestimientos anticondensación dispuestos en superficies exteriores e interiores de la unidad de vidrio aislante. En el ejemplo de la Fig. 4, se proporcionan el primer y el segundo sustrato 1a y 1b. El primer y el segundo sustrato anticondensación 3a y 3b se proporcionan en las superficies 1 y 4, respectivamente. En determinados ejemplos, también pueden proporcionarse revestimientos de baja emisividad adicionales en una o ambas superficies interiores (superficies 2 y/o 3). De esta manera, resulta posible proporcionar un producto que muestre una reducción del valor U y comportamientos anticondensación.

[0047] La Fig. 5 es un gráfico que ilustra el rendimiento de un modo de realización de ejemplo, un producto anticondensación actual y un sustrato de vidrio descubierto a medida que la temperatura, la humedad y el punto de rocío cambian durante un periodo de tiempo de 18 horas. Las imágenes de la Fig. 5 tienen cada una un patrón "entrelazado" impreso sobre las mismas para ayudar a demostrar la presencia o la ausencia de condensación. Como se puede observar a partir de la Fig. 5, prácticamente no se forma condensación en esas muestras que se produjeron de conformidad con un modo de realización de ejemplo. En cambio, el ejemplo comparativo, que incluye FTO depositado de manera pirolítica, muestra un poco de condensación formada en el primer periodo observado, aumentando el nivel de condensación considerablemente en el segundo y el tercer periodo observado y disminuyendo ligeramente en el cuarto periodo observado. De hecho, el patrón "entrelazado" es significativamente borroso en el segundo periodo observado y apenas visible durante el tercero. La muestra de vidrio no revestida muestra una condensación significativa durante todos los periodos observados. No se puede ver el patrón "entrelazado" en el segundo y el tercer periodo observado. El ejemplo de la Fig. 5 demuestra de esta manera que los ejemplos descritos en el presente documento proporcionan un rendimiento superior en comparación con el ejemplo comparativo actual y el vidrio no revestido.

[0048] La Fig. 7 es un artículo revestido que incluye un revestimiento anticondensación de conformidad con un modo de realización de ejemplo. El apilamiento de capas de ejemplo de la Fig. 7 es similar a los apilamientos de capas de ejemplo descritos anteriormente en que incluye una capa de TCO 5 intercalada entre la primera y la segunda capa que incluyen silicio 9a y 9b. En el modo de realización de ejemplo de la Fig. 7, la primera y la segunda capa que incluyen silicio 9a y 9b comprenden oxinitruro de silicio. La primera y la segunda capa que comprenden oxinitruro de silicio 9a y 9b intercalan una capa de TCO 5 que comprende ITO. Los índices de refracción y los grosores de ejemplo para cada una de las capas se proporcionan en la siguiente tabla:

	Rango de grosor de ejemplo (nm)	Grosor de ejemplo (nm)	Rango del índice de refracción de ejemplo	Rango del índice de refracción preferido	Índice de refracción de ejemplo
SiOxNx	30-100	60	1,5-2,1	1,7-1,8	1,75
ITO	95-160	105	1,7-2,1	1,8-1,93	1,88
SiOxNy	30-100	65	1,5-2,1	1,7-1,8	1,75
Vidrio	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

[0049] Otras variantes de este apilamiento de capas son posibles en diferentes modos de realización de la presente invención. Tales variantes pueden incluir, por ejemplo, la adición de un revestimiento exterior protector que comprende ZrOx, la adición de una o más capas de adaptación de índice (p. ej., que comprenden TiOx) entre el sustrato de vidrio y la segunda capa que incluye silicio, etc. Por ejemplo, determinados modos de realización de ejemplo pueden implicar la modificación del apilamiento de capas de ejemplo de la Fig. 7 para añadir una capa que comprenda ZrOx (p. ej., para aumentar potencialmente la durabilidad), etc. De esta manera, se entenderá que las posibles modificaciones enumeradas en el presente documento pueden utilizarse en cualquier combinación o subcombinación.

[0050] También se pueden realizar modificaciones para satisfacer la denominada clasificación "ventana R5" (R5 window) (valor U de ventana completo < 0,225) con una emisividad baja (p. ej., < 0,20). Para satisfacer estos estándares, se puede aumentar el grosor de la capa de TCO. Los aumentos previstos del grosor del ITO y las mediciones de rendimiento se proporcionan en la siguiente tabla. Se entenderá que las capas que incluyen silicio también pueden ajustarse para mantener una óptica aceptable y/o que pueden añadirse capas dieléctricas tales como capas que comprenden óxido de titanio. Cabe señalar que se asume que los sustratos de vidrio son sustratos de vidrio transparentes de 3 mm, que se proporciona un revestimiento de baja emisividad en la superficie 2 y que en los modos de realización de IGU se proporciona un hueco de 1/2" (1,27 cm) lleno de aproximadamente 90 % de Ar y 10 % de aire.

Emisividad #4	Monolítico		IGU		Valor U COG	Grosor del ITO	% de mejora del valor U
	Tvis	Rvis	Tvis	Rvis, in			
0,84 (sin revestimiento)	n/a	n/a	69,3	12,6	0,247	0	n/a
0,20	87,5	8,5	67,4	12,4	0,205	130	17,0%
0,15	86,2	8,5	66,4	12,4	0,200	195	19,0%
0,10	85,0	8,5	65,5	12,4	0,194	260	21,5%
0,05	80,0	8,5	61,6	12,0	0,188	520	23,9%

- [0051]** El modo de realización de ejemplo de la Fig. 7 es ventajosamente muy duradero, p. ej., después del tratamiento térmico, aunque no incluya una capa de revestimiento exterior que comprenda ZrOx o similares. Por lo tanto, se ha descubierto que es adecuado para utilizarse como un denominado revestimiento de Superficie 4. Como se sabe, la cuarta superficie de una IGU, por ejemplo, es la superficie más alejada del sol (y, por consiguiente, normalmente está orientada hacia el interior de un edificio). De esta manera, el apilamiento de capas del ejemplo de la Fig. 7 es particularmente muy adecuado para su utilización en un ensamblaje similar al que se muestra en la Fig. 3. También se entenderá que el modo de realización del ejemplo de la Fig. 7 es adecuado para su utilización en relación con otros acristalamientos donde se proporciona sobre una superficie más interna orientada hacia el interior del edificio (p. ej., sobre la superficie 6 de una IGU triple, etc.).
- 5
- 10 **[0052]** Como se ha mencionado anteriormente, el apilamiento de capas del ejemplo de la Fig. 7 es tratable térmicamente en determinados modos de realización de ejemplo. Este tratamiento térmico puede llevarse a cabo utilizando un calentador infrarrojo (IR), una caja u otro horno, un proceso de recocido con láser, etc. A continuación se proporcionan detalles de ejemplo adicionales del tratamiento térmico. Las dos tablas siguientes incluyen datos de rendimiento para el apilamiento monolítico de capas de la Fig. 7 después del tratamiento térmico con IR y después del tratamiento térmico con horno de cinta transportadora (p. ej., a 650 grados Celsius), respectivamente.
- 15

Datos de rendimiento del recocido monolítico (después del tratamiento con IR)

Grosor del vidrio (mm)	2,8 mm
T	88,49
a*, Transmisión	-0,56
b*, Transmisión	0,22
L*, Transmisión	95,36
Rg	9,11
a*, Lado del vidrio	-0,4
b*, Lado del vidrio	-1,13
L*, Lado del vidrio	36,20
Rf	9,10
a*, Lado de la película	-0,72
b*, Lado de la película	-1,13
L*, Lado de la película	36,17
Índice de reproducción cromática transmitido (CRI)	97,91
Turbidez-T	0,12
Aspereza de la superficie	1,8
Resistencia laminar	17-19
Emitancia hemisférica	0,20 o 0,21

Datos de rendimiento del templado monolítico (horno de cinta transportadora 650)

T	88,10
ΔE (Recocido a Templado)	0,37
a*, Transmisión	-0,60
b*, Transmisión	0,54
L*, Transmisión	95,20
Rg	9,08

ΔE (Recocido a Templado)	1,04
a*, Lado del vidrio	-0,26
b*, Lado del vidrio	-2,16
L*, Lado del vidrio	36,14
Rf	9,06
ΔE (Recocido a Templado)	1,16
a*, Lado de la película	-0,69
b*, Lado de la película	-2,28
L*, Lado de la película	36,10
Índice de reproducción cromática transmitido (CRI)	97,91
Turbidez-T	0,12
Aspereza de la superficie	1,8
Resistencia laminar (NAGY)	17-19
Emitancia hemisférica	0,19 o 0,20

[0053] Como se ha indicado anteriormente, el modo de realización de ejemplo de la Fig. 7 puede tratarse térmicamente utilizando, por ejemplo, un calentador infrarrojo (IR), una caja u otro horno, un proceso de recocido con láser, etc. Una etapa de tratamiento térmico después de la deposición puede ser ventajosa para ayudar a recristalizar la capa de ITO y para ayudar a conseguir la emisividad y la óptica deseadas (p. ej., incluyendo las descritas anteriormente). En un proceso de ejemplo, el vidrio puede calentarse a una temperatura de aproximadamente 400 grados Celsius para ayudar a cumplir estos objetivos. En determinados modos de realización de ejemplo, la temperatura del vidrio no excederá los 470 grados Celsius, para ayudar a reducir la probabilidad de que se introduzcan cambios de tensión permanentes (o al menos no temporales) en el vidrio.

[0054] Determinados modos de realización de ejemplo pueden utilizar una matriz de diodos láser en relación con un proceso de recocido con láser. Se ha descubierto que una matriz de diodos láser con los siguientes parámetros ayuda ventajosamente a reducir la resistencia laminar a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado (desde, por ejemplo, aproximadamente 65 ohmios/cuadrado en el estado como se depositó), ayuda a conseguir una apariencia de revestimiento sustancialmente uniforme y ayuda a satisfacer las mediciones de rendimiento enumeradas anteriormente:

- Potencia de láser - 1 kW
- Longitud de onda de emisión - 975 nm
- Velocidad de exploración - 75 mm/s
- Tamaño de mancha - nominalmente 12,5 mm x 2 mm

[0055] También se puede utilizar un horno con múltiples zonas para el tratamiento térmico de determinados modos de realización de ejemplo. La temperatura de la zona, la velocidad de la línea, la desviación de la temperatura (p. ej., parte superior/parte inferior), la aspiración, el recorte de elementos (p. ej., a través del horno), los ajustes del aire de refrigeración (p. ej. la desviación del flujo y la presión) y/u otros factores pueden ajustarse para ayudar a lograr las características de rendimiento deseadas. En determinados modos de realización de ejemplo, puede utilizarse un horno de diez zonas para cabo el tratamiento térmico. Un subconjunto parcial de las zonas puede ayudar con el proceso de recristalización del ITO, mientras que otras zonas pueden ayudar a enfriar lentamente el sustrato antes de su salida del horno. En un ejemplo en el que se utilizó un horno de diez zonas, se descubrió que las zonas 1-3 eran activas en el proceso de recristalización del ITO, calentando el revestimiento a una temperatura cerca de 400 grados Celsius, mientras que el resto del horno ayudó a enfriar lentamente el vidrio antes de la salida a las secciones de aire de refrigeración. Se entenderá que en ciertos casos de ejemplo sería deseable mantener una temperatura de salida baja con el fin de ayudar a reducir la probabilidad de rotura. De hecho, el vidrio es muy sensible a la rotura térmica por encima del rango de temperatura implicado en el proceso de recocido de nuevo, en concreto a temperaturas por encima de 200 grados Celsius.

[0056] Los parámetros adicionales que influyen en la rotura térmica incluyen el diferencial de temperatura a través del grosor del vidrio, así como el diferencial a través de su superficie. Se descubrió que el primero tenía un gran impacto en la rotura térmica con respecto a los sustratos revestidos. Las temperaturas de la superficie superior e inferior del vidrio no revestido al salir del horno fueron casi idénticas y la gran mayoría del vidrio transparente superó el proceso de recocido después de que se estableciera el perfil inicial (velocidad de línea, temperatura de la zona, aire de refrigeración, sin desviación). Sin embargo, la temperatura de la superficie superior del producto revestido se midió y resultó hasta 139 grados Celsius (250 grados Fahrenheit) más alta a la

ES 2 596 903 T3

salida del horno. Esto es debido a que el calor se pierde más rápido a través de la transferencia conductora a los rodillos que la transferencia radiante de la superficie superior revestida.

- [0057]** Sin embargo, mediante la identificación y comprensión de este diferencial y la desviación del calentamiento y el enfriamiento, es posible reducir esta diferencia y, a su vez, ayudar a reducir la probabilidad de rotura. En las tablas siguientes se proporcionan los perfiles de horno de ejemplo para vidrio de 3,2 mm y 2,3 mm, respectivamente.

Perfil de horno 3,2 mm

		Zona									
Horno	Temp. en °C (Temp. en °F)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Superior	Punto de ajuste	771 (1420)	771 (1420)	771 (1420)	0	0	0	0	0	0	0
	Real	772 (1422)	772 (1442)	773 (1423)	503 (937)	396 (745)	367 (693)	296 (565)	288 (551)	307 (585)	305 (581)
Inferior	Punto de ajuste	771 (1420)	771 (1420)	771 (1420)	0	371 (700)	371 (700)	371 (700)	371 (700)	371 (700)	371 (700)
	Real	782 (1440)	781 (1438)	777 (1431)	441 (825)	416 (780)	395 (743)	388 (730)	243 (453)	366 (690)	374 (705)

[0058] Los siguientes parámetros se utilizaron en relación con este perfil de calentamiento de ejemplo:

- Velocidad de línea: 18,3 m/min (60 pies/min)
- Aspiración: 0
- Recorte (Zonas 1-3): 5-10 (50 %) - centro, todos los demás 100 %
- Temple primario: Punto de ajuste = 0 y amortiguador cerrado
- Enfriamiento de intervalo medio: 1" (2,54 cm) de H₂O, punto de ajuste = 0 y amortiguador abierto
- Después del refrigerador: 1" (2,54 cm) de H₂O, punto de ajuste = 0 y amortiguador abierto

Perfil de horno 2,3 mm

		Zona									
Horno	Temp. en °C (Temp. en °F)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Superior	Punto de ajuste	771 (1420)	771 (1420)	771 (1420)	0	0	0	0	0	0	0
	Real	772 (1422)	772 (1442)	773 (1423)	503 (937)	378 (712)	339 (643)	284 (544)	274 (525)	283 (542)	299 (570)
Inferior	Punto de ajuste	771 (1420)	771 (1420)	771 (1420)	0	316 (600)	316 (600)	316 (600)	316 (600)	316 (600)	316 (600)
	Real	782 (1440)	781 (1438)	777 (1431)	441 (825)	340 (644)	321 (609)	322 (612)	197 (386)	317 (602)	316 (601)

[0059] Los siguientes parámetros se utilizaron en relación con este perfil de calentamiento de ejemplo:

- Velocidad de línea: 21,3 m/min (70 pies/min)
- Aspiración: 0
- Recorte (Zonas 1-3): 5-10 (50 %) - centro, todos los demás 100 %
- Temple primario: 1" (2,54 cm) de H₂O, superior solo, punto de ajuste = 0 y amortiguador abierto
- Enfriamiento de intervalo medio: Punto de ajuste = 0 y amortiguador cerrado
- Después del refrigerador: 1" (2,54 cm) de H₂O, punto de ajuste = 0 y amortiguador abierto

[0060] Como otra opción adicional, se puede utilizar radiación IR de longitud de onda ajustada para el tratamiento térmico en determinados modos de realización de ejemplo. Se exponen técnicas de ejemplo en la solicitud de patente estadounidense número de serie 12/923 082, presentada el 31 de agosto de 2010, cuyo contenido completo se incorpora en el presente documento por referencia. La capa de TCO puede ser preferiblemente y selectivamente tratada de manera térmica utilizando radiación infrarroja de onda corta de infrarrojo cercano (NIR-SWIR, por sus siglas en inglés) específicamente ajustada, por ejemplo. El calentamiento

selectivo del revestimiento puede obtenerse en determinados modos de realización de ejemplo utilizando emisores de IR con salidas máximas sobre las longitudes de onda espectrales donde el ITO es significativamente absorbente pero donde el sustrato (p. ej., vidrio) tiene una absorción reducida o mínima. En determinados modos de realización de ejemplo, el revestimiento se calentará preferiblemente mejorando de esta manera sus propiedades mientras que al mismo tiempo mantiene bajas las temperaturas del sustrato subyacente.

[0061] Calentando preferiblemente el revestimiento utilizando las técnicas de radiación IR de longitud de onda ajustada de alta intensidad descritas en el presente documento, el tratamiento térmico de la capa de ITO es posible a temperaturas de sustrato más bajas y/o tiempos de calentamiento más cortos que los que se requerirían mediante medios convencionales. El calentamiento preferente se consigue utilizando longitudes de onda de IR que son absorbidas con mucha más fuerza por el revestimiento que el sustrato. La radiación IR de alta intensidad puede proporcionarse, por ejemplo, mediante lámparas de cuarzo o emisores láser.

[0062] En el caso de los emisores láser, las matrices de diodos láser pueden ser ventajosas, p. ej., dado su menor coste de propiedad en comparación con otros tipos de láser comunes (y la disponibilidad de salida de longitud de onda de aproximadamente 800-1050 nm (por ejemplo, 940 nm) se adapta bien a las características espectrales del revestimiento). Sin embargo, el excímer, CO₂, YAG, cuarzo y/u otros tipos de láseres y/o lámparas también se pueden utilizar en diferentes modos de realización. Por ejemplo, cabe señalar que una longitud de onda de 810 nm es común para algunos láseres de diodo (y en general puede utilizarse en relación con revestimientos de tipo de baja emisividad, por ejemplo), y que una longitud de onda de 1032 nm es común para algunos láseres YAG. Aún además, determinados modos de realización pueden utilizar otros láseres (p. ej., CO₂ u otros láseres) para calentar muy rápidamente el vidrio y calentar de esta manera indirectamente el revestimiento. En determinados modos de realización de ejemplo, la radiación electromagnética puede enfocarse en un haz rectangular de relación de aspecto muy alta que abarca la anchura del vidrio. El vidrio puede desplazarse en una cinta transportadora en una dirección perpendicular al eje largo del rectángulo. En determinados modos de realización de ejemplo, puede emplearse un proceso de "avance y repetición", p. ej., con el fin de irradiar secciones más pequeñas de una forma controlada de manera que se irradie todo el sustrato finalmente. Además, pueden utilizarse otros tamaños y/o formas que incluyen, por ejemplo, formas sustancialmente cuadradas, formas circulares, etc.

[0063] En general, se ha descubierto que las densidades de potencia más alta son preferibles debido a que permiten tiempos de calentamiento más cortos y gradientes de temperatura más altos del revestimiento a través del sustrato en masa. Con tiempos de calentamiento más cortos, se transfiere menos calor del revestimiento a través del vidrio mediante conducción y puede mantenerse una temperatura más baja.

[0064] La figura 8 es una vista esquemática de un sistema que incorpora un calentador IR de conformidad con determinados modos de realización de ejemplo. El sistema de ejemplo de la Fig. 8 incluye un revestidor 102 para la deposición física de vapor de una o más capas de película fina sobre un sustrato, p. ej., mediante pulverización catódica. Detrás del revestidor 102 se encuentra un calentador IR 104. En determinados modos de realización de ejemplo, puede utilizarse un aparato de pulverización catódica a temperatura ambiente para depositar ITO sobre un sustrato de vidrio. Un sistema transportador 106 transporta un sustrato a través del revestidor 102, donde se deposita la capa o el apilamiento de capas, y al calentador IR 104. A su vez, el calentador IR 104 se ajusta para enfocar la radiación NIR-SWIR en el sustrato con el revestimiento sobre el mismo. La longitud de onda de la radiación IR se selecciona con el fin de calentar preferiblemente el revestimiento o una capa particular en el revestimiento, p. ej., en comparación con el sustrato y/o cualquier otra capa en un revestimiento multicapa.

[0065] Aunque determinados modos de realización de ejemplo se han descrito como que incluyen un calentador IR detrás del revestidor, se entenderá que medios de realización de ejemplo diferentes pueden colocar un revestidor dentro de una cámara de vacío del revestidor. Además, en determinados modos de realización, el tratamiento térmico de IR puede llevarse a cabo en cualquier momento una vez que se ha depositado la capa a activar o tratar térmicamente. Por ejemplo, determinados modos de realización de ejemplo pueden llevar a cabo un tratamiento térmico de IR justo después de la deposición de la capa de ITO, mientras que determinados modos de realización de ejemplo pueden llevar a cabo un tratamiento térmico de IR una vez que se hayan depositado todas las capas en un apilamiento de capas. En determinados modos de realización de ejemplo, pueden realizarse múltiples tratamientos térmicos de IR en diferentes momentos durante el proceso de deposición.

[0066] En determinados modos de realización de ejemplo puede utilizarse un horno infrarrojo de onda corta (SWIR) que incorpora lámparas de cuarzo. Puede utilizarse una longitud de onda de emisión IR máxima de 1,15 µm para calentar el revestimiento. Esta longitud de onda se determinó analizando las características espectrales del revestimiento y el sustrato de vidrio, aunque por supuesto son posibles otras longitudes de onda. De hecho, se ha determinado un rango de longitud de onda de ejemplo para el calentamiento de 0,8-2,5 µm. Más preferiblemente, el rango de emisión IR es 1-2 µm. Las técnicas descritas en la solicitud de patente estadounidense número de serie 12/923 082, por ejemplo, también pueden utilizarse para establecer rangos de

emisión IR óptimos o preferidos para tratar térmicamente otros revestimientos (p. ej., otros revestimientos de TCO, metálicos, etc.) sobre vidrio.

5 **[0067]** La densidad de potencia del horno SWIR es 117,33 kW/m² (10,56 kW/ft²) (la salida en masa es 3,15 W/mm (80 W/in), con montaje sobre centros de 25,4 mm (1")). Los tiempos de calentamiento pueden variar de 12 a 130 segundos con intervalos de 12 segundos, por ejemplo. Los elementos calefactores pueden ser de aproximadamente 101,6 mm (4") desde la superficie del vidrio, aunque los elementos calefactores pueden aumentarse o disminuirse en diferentes modos de realización de ejemplo de la presente invención.

10 **[0068]** Al fijar como objetivo las longitudes de onda IR absorbidas por el revestimiento, es posible generar un gradiente térmico grande entre el revestimiento y el sustrato en masa. Puesto que la masa térmica del revestimiento es muy pequeña en comparación con el vidrio, el vidrio actúa esencialmente como un mecanismo de temple. El aumento en la temperatura del vidrio en masa se atribuye principalmente a la transferencia directa de calor mediante la absorción de IR, en lugar de mediante la conducción desde el revestimiento.

[0069] Se ha descubierto que la cristalinidad final de la película se obtiene después de solo 48-60 segundos de calentamiento, aunque por supuesto son posibles tiempos cortos o más largos.

15 **[0070]** El nivel de oxidación inicial del ITO en las muestras utilizadas en el presente documento se ha optimizado para una resistencia laminar baja después del temple (lo que provoca una oxidación adicional del ITO). Es probable que exista un óptimo diferente para el tratamiento térmico del ITO utilizando la radiación NIR. Cuando el nivel de oxidación inicial del ITO se optimiza para calentamiento de NIR, debe ser posible reducir significativamente la cantidad de calentamiento requerida. Teóricamente, este tiempo debe reducirse a los 48-60 segundos requeridos para la recristalización utilizando el mismo proceso de calentamiento. Se pueden conseguir disminuciones adicionales en el tiempo de calentamiento optimizando los requisitos de densidad de potencia frente a tiempo de calentamiento.

20

25 **[0071]** Preferiblemente, las técnicas de calentamiento IR descritas en el presente documento calientan preferentemente el ITO en el revestimiento de manera que el sustrato de vidrio permanece por debajo de su temperatura de transición, que es aproximadamente 480 grados Celsius para el vidrio flotado. Preferiblemente, el sustrato de vidrio permanece por debajo de 450 grados Celsius y más preferiblemente por debajo de 425 grados Celsius. En determinados modos de realización de ejemplo, en los que se aplica una emisión máxima de 1,15 μm durante 108 segundos, la resistencia laminar del revestimiento de ejemplo es aproximadamente un tercio de su equivalente tal como se depositó y la emisividad y la absorción disminuyen correspondientemente a aproximadamente la mitad de sus valores de contrapartida tal como se depositaron. Mientras tanto, la temperatura del sustrato alcanza un máximo de solo aproximadamente 400 grados Celsius, lo cual está muy por debajo de su temperatura de transición.

30

35 **[0072]** La radiación NIR generalmente incluye IR que tienen una longitud de onda de 0,75-1,4 μm y la radiación SWIR generalmente incluye IR que tienen una longitud de onda de 1,4-3 μm. Determinados modos de realización de ejemplo puede operar generalmente dentro de estas longitudes de onda. La temperatura del sustrato preferiblemente no excede los 480 grados Celsius, más preferiblemente 450 grados Celsius, aún más preferiblemente 425 grados Celsius y a veces 400 grados Celsius, como resultado de dicho calentamiento NIR-SWIR.

40 **[0073]** Aunque determinados modos de realización de ejemplo se han descrito en el presente documento como relacionados con revestimientos anticondensación, los revestimientos descritos en el presente documento pueden utilizarse en relación con otras aplicaciones. Por ejemplo, los revestimientos de ejemplo descritos en el presente documento pueden utilizarse en relación con aplicaciones de refrigeradores/congeladores y/u otras aplicaciones de comercio, tragaluces, etc.

45 **[0074]** En determinados modos de realización de ejemplo, después de la activación o el tratamiento térmico mediante las técnicas descritas en el presente documento, un artículo revestido puede enviarse a un fabricante u otra localización, p. ej., para un procesamiento adicional tal como, por ejemplo, corte, dimensionado, incorporación a un artículo adicional (p. ej., una unidad de vidrio aislante, un tragaluz, un vehículo, un acristalamiento, etc.). Preferiblemente, la rotura o los fallos catastróficos del artículo revestido tratado térmicamente no se producirán como resultado de los cambios en el vidrio causados por el proceso de tratamiento térmico.

50

55 **[0075]** Los sellos "periféricos" y "de borde" en el presente documento no significan que los sellos estén colocados en el borde o en la periferia absoluta de la unidad, sino que en cambio significan que el sello está colocado al menos parcialmente en, o cerca de, (p. ej., dentro de aproximadamente dos pulgadas (5,08 cm)) un borde de al menos un sustrato de la unidad. Asimismo, "borde" como se utiliza en el presente documento no está limitado al borde absoluto de un sustrato de vidrio sino que también puede incluir una zona en, o cerca de, (p. ej., dentro de aproximadamente dos pulgadas (5,08 cm)) un borde absoluto del sustrato o de los sustratos.

[0076] Como se utiliza en el presente documento, no debe interpretarse que los términos “sobre”, “soportado por” y similares significan que dos elementos son directamente adyacentes entre sí a menos que se indique explícitamente. En otras palabras, se puede decir que una primera capa está “sobre” o “soportada por” una segunda capa, aunque haya una o más capas entre las mismas.

- 5 [0077] Se entenderá que determinados modos de realización de ejemplo pueden incorporar uno o más revestimientos de baja emisividad adicionales en una superficie de uno o más sustratos de vidrio orientados hacia el hueco de aire entre los mismos (p. ej., las superficies 2 y/o 3 en una IGU; las superficies 2, 3, 4 y/o 5 en una IGU triple, etc.). Un revestimiento de baja emisividad de la superficie 4 dispuesto sobre un vidrio transparente, por ejemplo, puede ayudar a mejorar el valor-u de la ventana total, p. ej., reflejando el calor infrarrojo de nuevo dentro del edificio. En determinados modos de realización de ejemplo, el vidrio puede ser vidrio flotado transparente de 2,3 mm a 6 mm en determinados modos de realización de ejemplo. En tales modos de realización, la emisividad hemisférica puede reducirse a 0,3 y la resistencia laminar a 30 ohmios/cuadrado. Preferiblemente, la emisividad puede reducirse a 0,23-0,30 y la resistencia laminar a 30 ohmios/cuadrado y a veces la emisividad puede reducirse a menos de, o igual a, aproximadamente 0,2 y la resistencia laminar a menos de, o igual a, aproximadamente 20 ohmios/cuadrado.

[0078] Aunque la invención se ha descrito en relación con lo que actualmente se considera que es el modo de realización más práctico y preferido, ha de entenderse que la invención no debe limitarse al modo de realización dado a conocer, sino al contrario, se pretende que cubra varias modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

20 **A continuación, se describen ejemplos adicionales para facilitar la comprensión de la invención:**

[0079]

1. Un método para la fabricación de una unidad de vidrio aislante (IGU), comprendiendo el método:

la provisión de un primer sustrato de vidrio (1);

- 25 la disposición de una pluralidad de capas, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio (1), incluyendo la pluralidad de capas, en orden alejándose del primer sustrato de vidrio:

una primera capa (9b) que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1,

una capa que comprende ITO (5) que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1, y

- 30 una segunda capa (9a) que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1;

el tratamiento térmico del primer sustrato de vidrio (1) con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo;

la provisión de un segundo sustrato de vidrio (21) en una relación sustancialmente paralela al primer sustrato de vidrio y separada de este último de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio esté opuesta al segundo sustrato de vidrio; y

- 35 el sellado del primer y el segundo sustrato de vidrio uno a otro.

2. Método del ejemplo 1, en el que la primera (9b) y la segunda (9a) capa que comprenden oxinitruro de silicio tienen índices de refracción de 1,7-1,8.

3. Método del ejemplo 1, en el que la capa que comprende ITO (5) tiene un índice de refracción de 1,8-1,93.

4. Método del ejemplo 2, en el que la capa que comprende ITO (5) tiene un índice de refracción de 1,8-1,93.

- 40 5. Método del ejemplo 1, en el que el primer sustrato (1) con la pluralidad de capas en la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,23 después de dicho tratamiento térmico.

- 45 6. Método del ejemplo 1, en el que el primer sustrato (1) con la pluralidad de capas en la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 después de dicho tratamiento térmico.

7. Método del ejemplo 1, en el que el primer sustrato (1) con la pluralidad de capas en la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 después de dicho tratamiento térmico.

8. Método del ejemplo 1, en el que dicho tratamiento térmico incluye un proceso de recocido con láser.

- 50 9. Método del ejemplo 8, en el que dicho proceso de recocido con láser implica una matriz de diodos láser que funciona a una potencia de aproximadamente 1 kW y a una longitud de onda de emisión de aproximadamente 975 nm.

10. Método del ejemplo 1, en el que dicho tratamiento térmico utiliza un horno que tiene una pluralidad de zonas.
11. Método del ejemplo 10, en el que un subconjunto parcial de dichas zonas recristaliza la capa que comprende ITO (5).
- 5 12. Método del ejemplo 11, en el que una temperatura del primer sustrato de vidrio (1) permanece por debajo de 425 grados Celsius durante dicho tratamiento térmico.
13. Método del ejemplo 1, en el que dicho tratamiento térmico incluye un tratamiento térmico de infrarrojos.
14. Método del ejemplo 13, en el que dicho tratamiento térmico de infrarrojos se lleva a cabo a una longitud de onda de aproximadamente 1-2 micras.
15. Un método para la fabricación de una unidad de vidrio aislante (IGU), comprendiendo el método:
- 10 la provisión de un primer sustrato de vidrio (1);
la disposición de una pluralidad de capas, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, incluyendo la pluralidad de capas, en orden alejándose del primer sustrato de vidrio:
- 15 una primera capa que comprende oxinitruro de silicio (9b),
una capa que comprende ITO (5), y
una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio (9a);
el tratamiento térmico del primer sustrato de vidrio (1) con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo; y
- 20 la provisión de un segundo sustrato de vidrio (21) en una relación sustancialmente paralela al primer sustrato de vidrio y separada de este último de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio (1) esté opuesta al segundo sustrato de vidrio (21),
- en el que el primer sustrato (1) con la pluralidad de capas sobre la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después de dicho tratamiento térmico.
- 25 16. Método del ejemplo 15, en el que la primera (9b) y la segunda (9a) capa que comprenden oxinitruro de silicio tienen índices de refracción de 1,7-1,8.
17. Método del ejemplo 15, en el que la capa que comprende ITO (5) tiene un índice de refracción de 1,8-1,93.
18. Método del ejemplo 16, en el que la capa que comprende ITO (5) tiene un índice de refracción de 1,8-1,93.
19. Método del ejemplo 15, en el que dicho tratamiento térmico implica recocido con láser, exposición a radiación NIR-SWIR y/o calentamiento en horno.
- 30 20. Una unidad de vidrio aislante (IGU), que comprende:
- un primer sustrato de vidrio (1);
una pluralidad de capas dispuestas por pulverización catódica, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, incluyendo la pluralidad de capas, en orden alejándose del primer sustrato de vidrio:
- 35 una primera capa que comprende oxinitruro de silicio (9b) que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1,
una capa que comprende ITO (5) que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1, y
una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio (9a) que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1;
- 40 un segundo sustrato de vidrio (21) en una relación sustancialmente paralela al primer sustrato de vidrio (1) y separada de este último, oponiéndose la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio (1) al segundo sustrato de vidrio (21) cuando se ensambla; y
un sello de borde (23) que sella el primer (1) y el segundo (21) sustrato de vidrio uno a otro.
en el que el primer sustrato de vidrio (1) se trata térmicamente con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo, y
- 45 en el que el primer sustrato (1) con la pluralidad de capas sobre la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después de dicho tratamiento térmico.
21. Artículo revestido, que comprende:
- 50 un sustrato de vidrio (1) que soporta una pluralidad de capas depositadas por pulverización catódica, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del mismo, incluyendo la pluralidad de capas, en orden alejándose del sustrato de vidrio:

ES 2 596 903 T3

- 5 una primera capa que comprende oxinitruro de silicio (9a) que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1, una capa que comprende ITO (5) que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1, y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio (9a) que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1; en el que el sustrato de vidrio (1) se trata térmicamente con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo, y en el que el sustrato con la pluralidad de capas sobre la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio (1) tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después de dicho tratamiento térmico.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la fabricación de una unidad de vidrio aislante (IGU), comprendiendo el método:
- 5 la provisión de un primer sustrato de vidrio (1);
la disposición de una pluralidad de capas, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio (1), incluyendo la pluralidad de capas, en orden alejándose del primer sustrato de vidrio:
- 10 una primera capa (9b) que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1,
una capa que comprende ITO (5) que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1, y
una segunda capa (9a) que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1;
el tratamiento térmico del primer sustrato de vidrio (1) con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo;
- 15 la provisión de un segundo sustrato de vidrio (21) en una relación sustancialmente paralela al primer sustrato de vidrio y separada de este último de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio esté opuesta al segundo sustrato de vidrio; y
el sellado del primer y el segundo sustrato de vidrio uno a otro.
2. Método de la reivindicación 1, en el que la capa que comprende ITO (5) tiene un índice de refracción de 1,8-1,93.
3. Método de la reivindicación 1, en el que el primer sustrato (1) con la pluralidad de capas sobre la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,23 después de dicho tratamiento térmico, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 0,20 después de dicho tratamiento térmico.
- 20 4. Método de la reivindicación 1, en el que el primer sustrato (1) con la pluralidad de capas sobre la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 después de dicho tratamiento térmico.
- 25 5. Método de la reivindicación 1, en el que dicho tratamiento térmico incluye un proceso de recocido con láser.
6. Método de la reivindicación 5, en el que dicho proceso de recocido con láser implica una matriz de diodos láser que funciona a una potencia de aproximadamente 1 kW y a una longitud de onda de emisión de aproximadamente 975 nm.
- 30 7. Método de la reivindicación 1, en el que dicho tratamiento térmico utiliza un horno que tiene una pluralidad de zonas, preferiblemente en el que un subconjunto parcial de dichas zonas recristaliza la capa que comprende ITO (5).
8. Método de la reivindicación 7, en el que un subconjunto parcial de dichas zonas recristaliza la capa que comprende ITO (5) y en el que una temperatura del primer sustrato de vidrio (1) permanece por debajo de 425 grados Celsius durante dicho tratamiento térmico.
- 35 9. Método de la reivindicación 1, en el que dicho tratamiento térmico incluye un tratamiento térmico de infrarrojos, preferiblemente en el que dicho tratamiento térmico de infrarrojos se lleva a cabo a una longitud de onda de aproximadamente 1-2 micras.
10. Método para la fabricación de una unidad de vidrio aislante (IGU), comprendiendo el método:
- 40 la provisión de un primer sustrato de vidrio (1);
la disposición de una pluralidad de capas, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, incluyendo la pluralidad de capas, en orden alejándose del primer sustrato de vidrio:
- 45 una primera capa que comprende oxinitruro de silicio (9b),
una capa que comprende ITO (5), y
una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio (9a);
el tratamiento térmico del primer sustrato de vidrio (1) con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo; y
- la provisión de un segundo sustrato de vidrio (21) en una relación sustancialmente paralela al primer sustrato de vidrio y separada de este último de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio (1) esté opuesta al segundo sustrato de vidrio (21),
- 50 en el que el primer sustrato (1) con la pluralidad de capas sobre la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después de dicho tratamiento térmico.

11. Método de la reivindicación 1 o 10, en el que la primera (9b) y la segunda (9a) capa que comprenden oxinitruro de silicio tienen índices de refracción de 1,7-1,8.

12. Método de la reivindicación 1, 10 u 11, en el que la capa que comprende ITO (5) tiene un índice de refracción de 1,8-1,93.

5 **13.** Método de la reivindicación 10, en el que dicho tratamiento térmico implica recocido con láser, exposición a radiación NIR-SWIR y/o calentamiento en horno.

14. Artículo revestido, que comprende:

10 un sustrato de vidrio (1) que soporta una pluralidad de capas depositadas mediante pulverización catódica, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del mismo, incluyendo la pluralidad de capas, en orden alejándose del sustrato de vidrio:

15 una primera capa que comprende oxinitruro de silicio (9b) que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1, una capa que comprende ITO (5) que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1, y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio (9a) que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1; en el que el sustrato de vidrio (1) se trata térmicamente con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo, y en el que el sustrato con la pluralidad de capas sobre la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio (1) tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después de dicho tratamiento térmico.

15. Unidad de vidrio aislante (IGU), que comprende:

20 el artículo revestido de la reivindicación 14; que comprende además:

25 un segundo sustrato de vidrio (21) en una relación sustancialmente paralela al primer sustrato de vidrio (1) y separada de este último, oponiéndose la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio (1) al segundo sustrato de vidrio (21) cuando se ensambla; y un sello de borde (23) que sella el primer (1) y el segundo (21) sustrato de vidrio uno a otro.

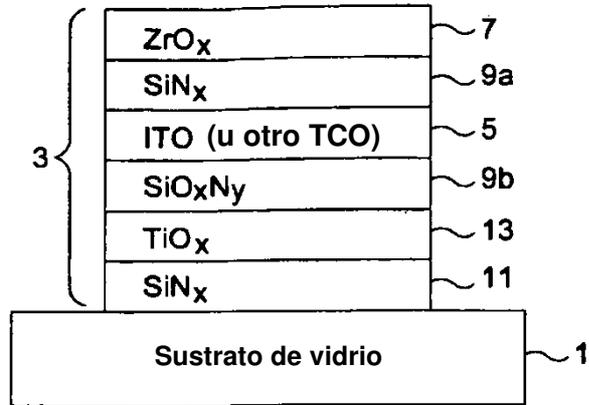


Fig. 1

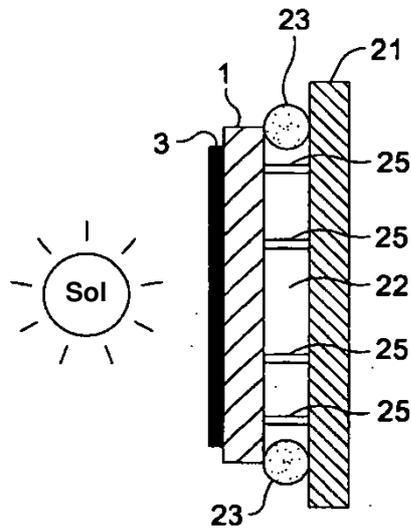


Fig. 2

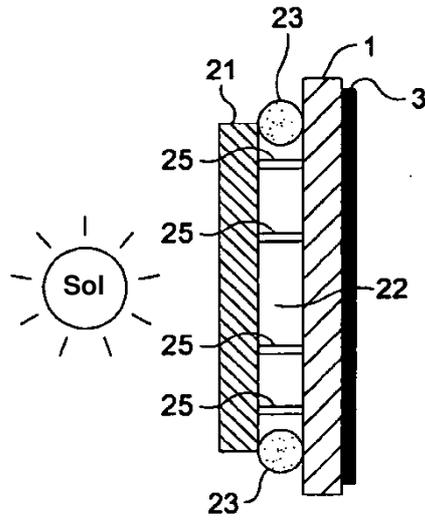


Fig. 3

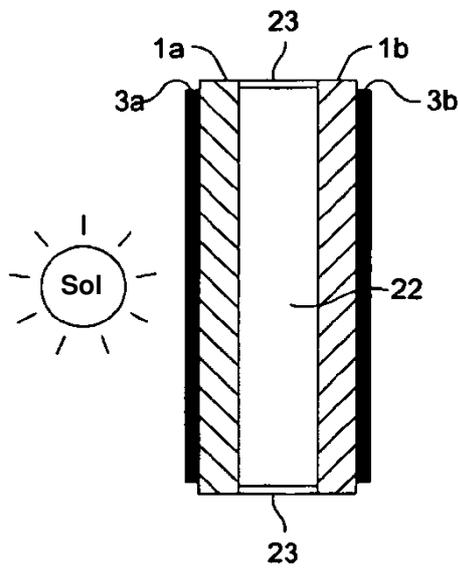
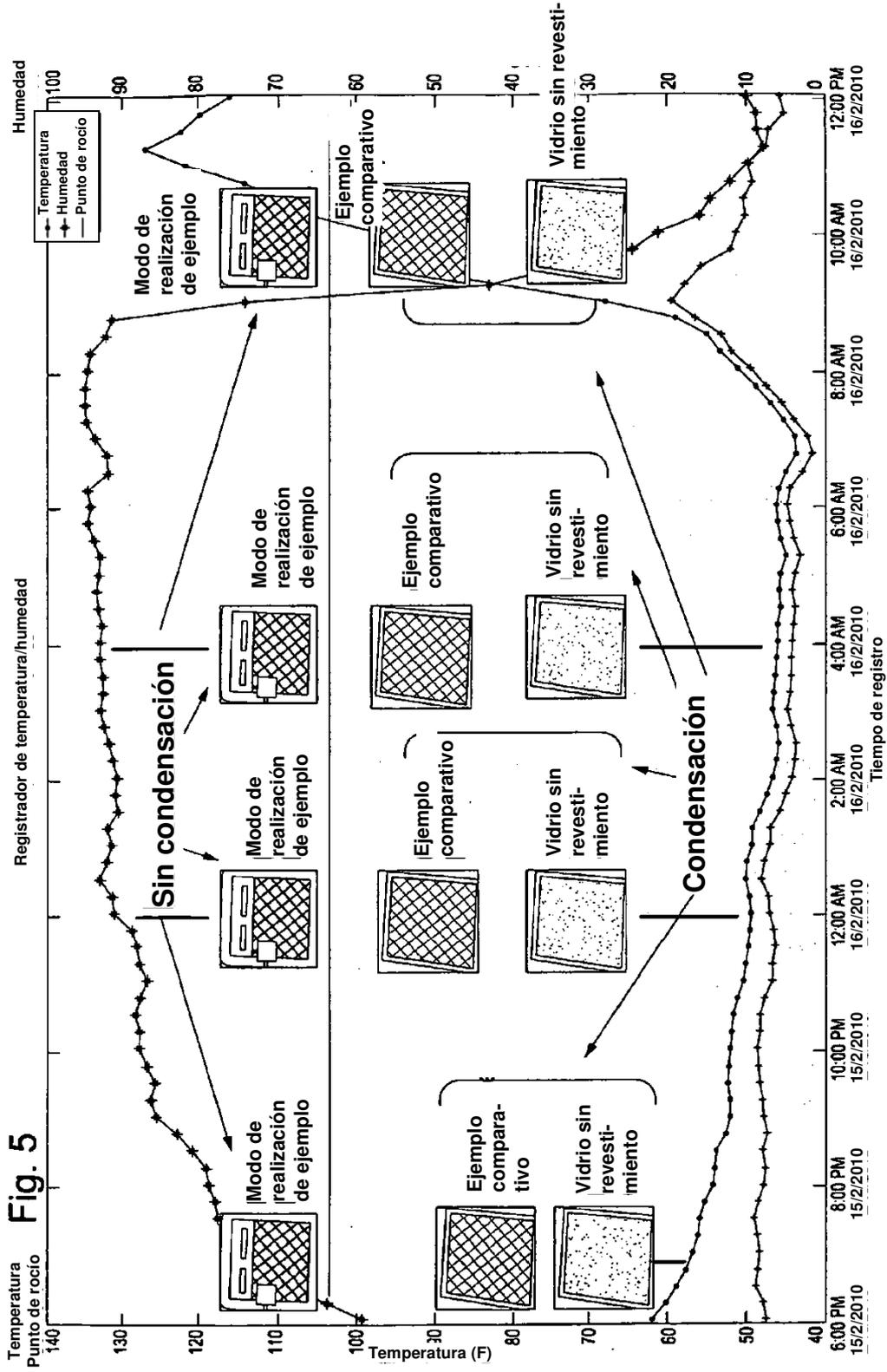


Fig. 4



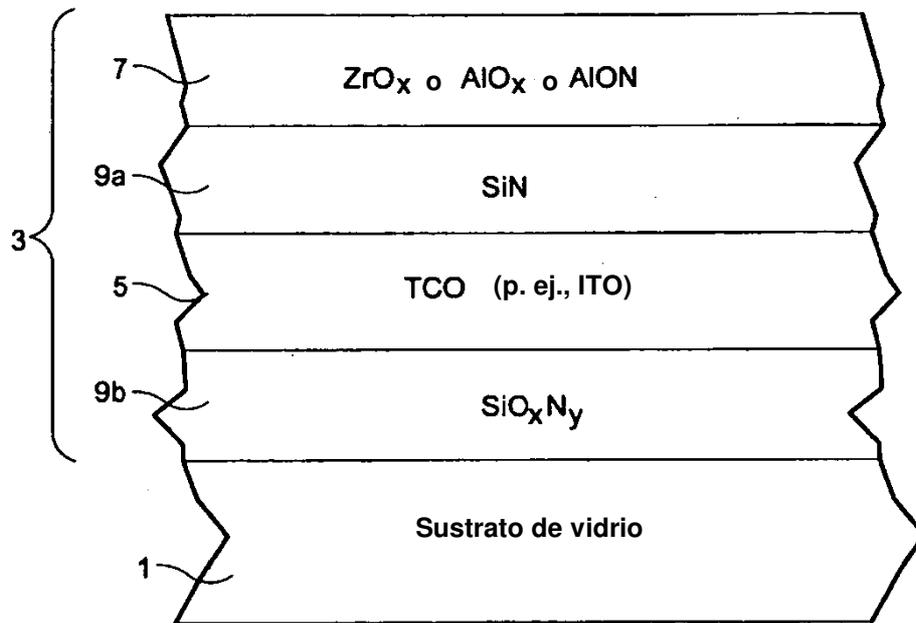


Fig. 6

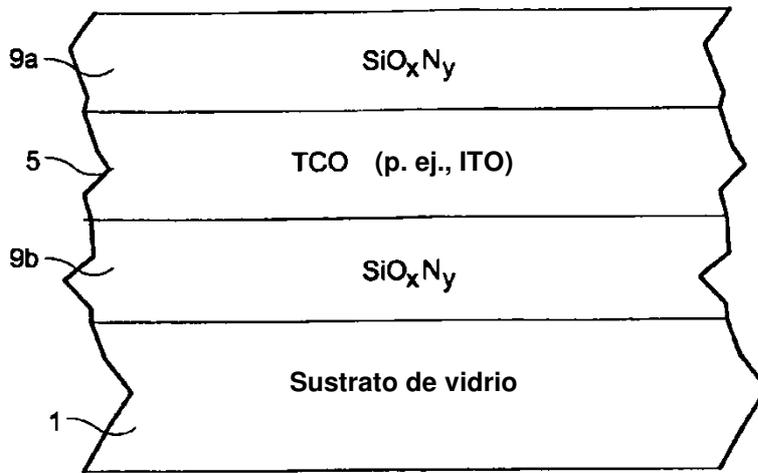


Fig. 7

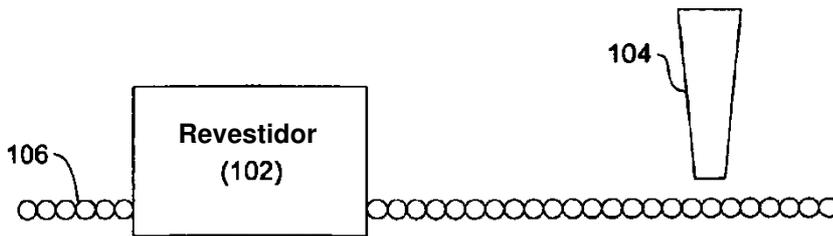


Fig. 8