

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 215**

51 Int. Cl.:

**C03C 17/34** (2006.01)

**C03C 17/36** (2006.01)

**E06B 3/66** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2012 PCT/US2012/069427**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13096081**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2012 E 12809049 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 2794501**

54 Título: **Artículos que incluyen recubrimientos anticondensación y/o de baja emisividad y/o métodos para fabricarlos**

30 Prioridad:

**21.12.2011 US 201113333183**

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

**28.11.2019**

73 Titular/es:

**GUARDIAN EUROPE S.À.R.L. (50.0%)  
Atrium Business Park, Extimus Building, 19, rue  
du Puits Romain  
8070 Bertrange, LU y  
GUARDIAN GLASS, LLC (50.0%)**

72 Inventor/es:

**LEMMER, JEAN-MARC;  
MURPHY, NESTOR P.;  
MCLEAN, DAVID, D.;  
BLACKER, RICHARD;  
LAGE, HERBERT;  
FERREIRA, JOSE y  
PALLOTA, PIERRE**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 733 215 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 recubrimientos anticondensación y/o de baja emisividad y/o métodos para fabricarlos

5 **Campo de la invención**

Algunas realizaciones ilustrativas de esta invención se refieren a artículos que incluyen recubrimientos anticondensación y/o de baja emisividad, y/o a métodos para fabricarlos. Más especialmente, algunas realizaciones ilustrativas de esta invención se refieren a artículos que incluyen recubrimientos anticondensación y/o de baja emisividad que se exponen a un ambiente externo, y/o métodos para fabricarlos. En algunas realizaciones ilustrativas, los recubrimientos anticondensación y/o de baja emisividad pueden perdurar en un ambiente externo y también pueden tener una baja emisividad hemisférica, de tal manera que es más probable que la superficie del vidrio retenga calor del área interior reduciendo así (y a veces eliminando completamente) la presencia de condensación sobre la misma. Los artículos de algunas realizaciones ilustrativas pueden ser, por ejemplo, claraboyas, ventanas o parabrisas de vehículos, UVA, UVA con cámara al vacío, puertas de frigorífico/congelador y/o similares.

**Antecedentes y resumen de realizaciones ilustrativas de la invención**

Se sabe que la humedad se condensa en claraboyas, puertas de frigorífico/congelador, ventanas de vehículos y otros productos de vidrio. La acumulación de condensación en claraboyas perjudica el atractivo estético de la luz. De manera similar, la acumulación de condensación en puertas de frigorífico/congelador en supermercados o similares a veces dificulta a los compradores localizar rápida y fácilmente los productos que están buscando. Además, la acumulación de condensación en automóviles suele ser una molestia por la mañana, ya que un conductor a menudo debe rascar escarcha o hielo y/o accionar el dispositivo antihielo y/o el limpiaparabrisas del vehículo para hacer más segura la conducción. La humedad y la empañadura en el parabrisas suele presentar una molestia similar, aunque también pueden suponer riesgos de seguridad potencialmente más significativos cuando un conductor atraviesa áreas montañosas, ya que se dan cambios repentinos de temperatura, etc.

Se han desarrollado diversos productos anticondensación a lo largo de los años para abordar esas y/u otras preocupaciones en una variedad de aplicaciones. Véanse, por ejemplo, las patentes US-6.818.309; US-6.606.833; US-6.144.017; US-6.052.965; US-4.910.088.

Además, WO 2011/105 991 A1 sugiere artículos que incluyen recubrimientos anticondensación y/o de baja emisividad que se exponen a un ambiente externo. Los recubrimientos anticondensación y/o de baja emisividad pueden perdurar en un ambiente externo.-Según se ha mencionado antes, algunas propuestas utilizan elementos de calentamiento activo para reducir la acumulación de condensación, por ejemplo, como los dispositivos antihielo en vehículos, puertas de frigorífico/congelador calentadas activamente, etc. Estas soluciones activas desgraciadamente necesitan un tiempo para funcionar en el contexto del vehículo y por tanto abordar el problema una vez que se ha producido. En el caso de puertas de frigorífico/congelador, tales soluciones activas pueden ser caras y/o energéticamente ineficientes.

Se han realizado algunos intentos para incorporar un recubrimiento de película fina de anticondensación sobre una ventana. Estos intentos por lo general han implicado la deposición pirolítica de un recubrimiento de fluorine-doped tin oxide (óxido de estaño dopado con flúor - FTO) de 4000-6000 ángstrom de espesor sobre la superficie exterior (p. ej. superficie 1) de una ventana como, por ejemplo, una claraboya. Aunque se conocen técnicas de deposición pirolítica para presentar "recubrimientos duros," el FTO desgraciadamente se araña con bastante facilidad, cambia de color a lo largo del tiempo y adolece de otros inconvenientes.

Por lo tanto, se entenderá que existe una necesidad en la técnica de artículos que incluyan recubrimientos de película fina mejorados anticondensación y/o de baja emisividad, y/o métodos para fabricarlos.

Estos problemas se superan mediante un artículo recubierto según la reivindicación 1, una unidad de vidrio aislante (UVA) según la reivindicación 2 y/o un método de fabricación de una UVA según la reivindicación 8.

Un aspecto de algunas realizaciones ilustrativas se refiere a recubrimientos anticondensación y/o de baja emisividad que son adecuados para la exposición a un ambiente externo, y/o métodos para fabricarlos. El ambiente externo en determinados ejemplos ilustrativos puede ser el exterior y/o el interior de un vehículo o casa (en oposición a, por ejemplo, un área más protegida entre sustratos adyacentes).

Otro aspecto de algunas realizaciones ilustrativas se refiere a recubrimientos anticondensación y/o de baja emisividad que tienen una baja resistencia laminar y una baja emisividad hemisférica, de tal manera que es más probable que la superficie del vidrio retenga calor del área interior, reduciendo así (y a veces eliminando completamente) la presencia de condensación sobre la misma.

Otro aspecto más de algunas realizaciones ilustrativas se refiere a artículos recubiertos que tienen un recubrimiento anticondensación y/o de baja emisividad formado sobre una superficie exterior, y uno o más recubrimientos de baja emisividad formados en una o más superficies interiores respectivas del artículo. En

algunas realizaciones ilustrativas, el recubrimiento anticondensación puede templarse térmicamente (p. ej. a una temperatura de al menos 580 °C durante al menos aproximadamente 2 minutos, más preferiblemente al menos aproximadamente 5 minutos) o recocido (p. ej. a una temperatura inferior a la necesaria para templar).

5 Los artículos de algunas realizaciones ilustrativas pueden ser, por ejemplo, claraboyas, ventanas o parabrisas de vehículos, UVA, UVA con cámara al vacío, puertas de frigorífico/congelador y/o similares.

10 Algunas realizaciones ilustrativas comparativas se refieren a una claraboya que comprende: un primer y un segundo sustratos de vidrio separados y sustancialmente paralelos; una pluralidad de separadores dispuestos para contribuir a mantener el primer y el segundo sustratos sustancialmente paralelos y separados entre sí; una junta terminal que sella el primer y el segundo sustratos; y un recubrimiento anticondensación proporcionado sobre una superficie exterior del primer sustrato expuesto a un ambiente externo a la claraboya, comprendiendo el recubrimiento anticondensación las siguientes capas empezando desde el primer sustrato: una capa que comprende nitruro de silicio y/u oxinitruro de silicio, una capa que comprende transparent conductive oxide (óxido conductor transparente - TCO), una capa que comprende nitruro de silicio y una capa que comprende al menos óxido de circonio, nitruro de circonio, óxido de aluminio y nitruro de aluminio, en donde el recubrimiento anticondensación tiene una emisividad hemisférica inferior a 0,23 y una resistencia laminar inferior a 30 ohmios/cuadrado. El TCO puede ser de ITO o similar, o incluirlo.

20 Algunas realizaciones ilustrativas comparativas se refieren a una claraboya. Se proporcionan un primer y un segundo sustratos de vidrio separados y sustancialmente paralelos. Una pluralidad de separadores están dispuestos para contribuir a mantener el primer y el segundo sustratos sustancialmente paralelos y separados entre sí. Una junta terminal ayuda a sellar el primer y el segundo sustratos. Se proporciona un recubrimiento anticondensación sobre una superficie exterior del primer sustrato expuesto a un ambiente externo a la claraboya. El recubrimiento anticondensación comprende las siguientes capas peliculares finas depositadas en el siguiente orden empezando desde el 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 recubrimiento anticondensación tiene una emisividad hemisférica inferior a 0,23 y una resistencia laminar inferior a 30 ohmios/cuadrado.

30 Algunas realizaciones ilustrativas comparativas se refieren a un artículo recubierto que comprende: un recubrimiento soportado por un sustrato, en donde el recubrimiento es un recubrimiento anticondensación que comprende las siguientes capas empezando desde el primer sustrato: una capa que comprende nitruro de silicio y/u oxinitruro de silicio, una capa que comprende un óxido conductor transparente (TCO), una capa que comprende nitruro de silicio, y una capa que comprende uno o más de óxido de circonio, nitruro de circonio, óxido de aluminio y nitruro de aluminio, en donde el recubrimiento anticondensación se dispone sobre una superficie exterior del sustrato de modo que el recubrimiento anticondensación está expuesto a un ambiente externo, y el recubrimiento anticondensación tiene una emisividad hemisférica inferior a 0,23 y una resistencia laminar inferior a 30 ohmios/cuadrado.

40 Algunas realizaciones ilustrativas comparativas se refieren a un artículo recubierto que comprende un recubrimiento soportado por un sustrato. El recubrimiento es un recubrimiento anticondensación que comprende las siguientes capas peliculares finas depositadas en el siguiente orden empezando desde el primer sustrato: una capa 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 recubrimiento anticondensación se dispone sobre una superficie exterior del sustrato de manera que el recubrimiento anticondensación está expuesto a un ambiente externo. El recubrimiento anticondensación tiene una emisividad hemisférica inferior a 0,23 y una resistencia laminar inferior a 30 ohmios/cuadrado.

50 Según algunas realizaciones ilustrativas, el ambiente externo es el interior de una casa o vehículo. Según algunas realizaciones ilustrativas, el ambiente externo es el ambiente exterior. Según algunas realizaciones ilustrativas, se proporciona un recubrimiento de baja emisividad sobre el sustrato opuesto al recubrimiento anticondensación.

55 En algunas realizaciones ilustrativas, el artículo recubierto puede incorporarse a una claraboya, ventana, ventana con vidrio aislante (UVA), ventana con vidrio aislante al vacío (UVA con cámara al vacío), puerta de refrigerador/congelador y/o ventana o parabrisas de vehículo. El recubrimiento anticondensación puede proporcionarse sobre la superficie uno y/o la superficie cuatro de una UVA o UVA con cámara al vacío, por ejemplo.

60 En realizaciones ilustrativas comparativas se proporciona un método de fabricación de una unidad de vidrio aislante (UVA). Se proporciona un primer sustrato de vidrio. Una pluralidad de capas se dispone, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, incluyendo la pluralidad de capas, en orden empezando desde el 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. Un segundo sustrato de vidrio se proporciona sustancialmente paralelo y separado del primer sustrato de vidrio de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio está alejada del segundo sustrato de vidrio. El primer y el segundo sustratos de vidrio se sellan juntos.

65

Según algunas realizaciones ilustrativas, la primera y la segunda capa que comprenden oxinitruro de silicio 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.

5 Según algunas realizaciones ilustrativas, dicho tratamiento térmico implica recocido con láser, exposición a radiación NIR-SWIR, y/o calentamiento en horno.

10 En realizaciones ilustrativas comparativas se proporciona un método de fabricación de una unidad de vidrio aislante (UVA). Se proporciona un primer sustrato de vidrio. Una pluralidad de capas se dispone directa o indirectamente sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, con la pluralidad de capas que incluye, en orden empezando desde el 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 sobre el mismo. Un segundo sustrato de vidrio se proporciona sustancialmente paralelo y separado del primer sustrato de vidrio de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio está alejada del segundo sustrato de vidrio. El primer sustrato 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.

20 En las realizaciones ilustrativas comparativas, se proporciona una unidad de vidrio aislante (UVA). La UVA incluye un primer sustrato de vidrio. Una pluralidad de capas se dispone por metalizado por bombardeo iónico, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, incluyendo la pluralidad de capas, en orden empezando desde el 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 sustancialmente paralelo y separado del primer sustrato de vidrio, con la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio alejada del segundo sustrato de vidrio cuando se monta. Una junta terminal sella el primer y el segundo sustratos de vidrio. El primer sustrato de vidrio se trata térmicamente con la pluralidad de capas dispuestas sobre el mismo. El primer sustrato 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.

30 En realizaciones ilustrativas comparativas se proporciona una unidad de vidrio aislante (UVA). Se proporcionan el primer y el segundo sustratos de vidrio sustancialmente paralelos y separados, proporcionando el primer y el segundo sustratos, en orden, de la primera a la cuarta superficie principal de la UVA sustancialmente paralelas. Se define una distancia entre el primer y el segundo sustratos. Una cuarta superficie de la UVA soporta un primer recubrimiento de baja emisividad que comprende una pluralidad de capas peliculares finas que incluyen, en orden empezando desde el segundo sustrato: una primera capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y que tiene un espesor de 50-90 nm, una capa que comprende ITO que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1 y que tiene un espesor de 85-125 nm, y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y que tiene un espesor de 50-90 nm.

40 En algunas realizaciones ilustrativas, se proporciona un artículo recubierto que comprende un sustrato que soporta un primer y un segundo recubrimientos de baja emisividad sobre superficies principales opuestas del mismo, respectivamente. El primer recubrimiento de baja emisividad comprende, en orden empezando desde el sustrato: una primera capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y que tiene un espesor de 50-90 nm, una capa que comprende ITO que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1 y que tiene un espesor de 85-125 nm, y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y que tiene un espesor de 50-90 nm. El segundo recubrimiento de baja emisividad comprende, en orden empezando desde el sustrato: una primera capa de silicio, una primera capa dieléctrica, una segunda capa dieléctrica dividida por una tercera capa dieléctrica para formar una primera y una segunda partes de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la tercera capa dieléctrica óxido de titanio u óxido de estaño, una capa reflectante de infrarrojos (IR) metálica o sustancialmente metálica encima y en contacto directo con la segunda parte de la segunda capa dieléctrica, una capa superior de contacto que comprende un óxido de Ni y/o de Cr directamente encima y en contacto con la capa reflectante de IR, una cuarta capa dieléctrica y una segunda capa con base de silicio.

55 En realizaciones ilustrativas comparativas se proporciona un método de fabricación de una unidad de vidrio aislante (UVA). Se proporciona un primer sustrato de vidrio. Un primer recubrimiento de baja emisividad se dispone, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio. El primer recubrimiento de baja emisividad comprende una pluralidad de capas peliculares finas que incluyen, en orden empezando desde el 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. Un segundo sustrato de vidrio se proporciona sustancialmente paralelo y separado del primer sustrato de vidrio de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio está alejada del segundo sustrato de vidrio. El primer sustrato con solo el primer recubrimiento de baja emisividad sobre el mismo tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después del tratamiento térmico. La primera superficie principal del primer sustrato de vidrio corresponde a una superficie interior de la UVA.

Las características, aspectos, ventajas y realizaciones ilustrativas descritas en la presente memoria pueden combinarse para realizar otras realizaciones adicionales.

**Breve descripción de los dibujos**

5 Estas y otras características y ventajas pueden comprenderse mejor y de forma más completa haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de realizaciones ilustrativas junto con los dibujos, en los cuales:

10 la Figura 1 es un artículo recubierto que incluye un recubrimiento anticondensación según una realización ilustrativa comparativa;

la Figura 2 es una unidad de vidrio aislante que incluye un recubrimiento anticondensación dispuesto sobre una superficie exterior expuesta a la atmósfera exterior según una realización ilustrativa comparativa;

15 la Figura 3 es una unidad de vidrio aislante que incluye un recubrimiento anticondensación dispuesto sobre una superficie interior expuesta al ambiente interior según una realización ilustrativa comparativa;

la Figura 4 es una unidad de vidrio aislante que incluye recubrimientos anticondensación dispuestos sobre superficies exteriores e interiores de la unidad de vidrio aislante según una realización ilustrativa comparativa;

20 la Figura 5 es un gráfico que ilustra el rendimiento de un ejemplo comparativo, un producto anticondensación actual y un sustrato de vidrio sin recubrir a medida que la temperatura, la humedad, y el punto de rocío cambian en un periodo de tiempo de 18 horas;

25 la Figura 6 es un artículo recubierto que incluye un recubrimiento anticondensación según una realización ilustrativa comparativa;

la Figura 7 es un artículo recubierto que incluye un recubrimiento anticondensación según una realización ilustrativa comparativa, y

30 la Figura 8 es una vista esquemática de un sistema que incorpora un calentador de infrarrojos según una realización ilustrativa comparativa.

**Descripción detallada de realizaciones ilustrativas de la invención**

35 A continuación se hace referencia más especialmente a los dibujos adjuntos, en los cuales los números de referencia similares indican partes similares en las distintas vistas.

40 Algunas realizaciones ilustrativas comparativas se refieren a recubrimientos anticondensación peliculares finos que se exponen al ambiente. Dichos recubrimientos tienen una baja emisividad hemisférica en algunas realizaciones ilustrativas, lo que contribuye a que la superficie de vidrio retenga calor proporcionado desde el lado interior. Por ejemplo, en aplicaciones ilustrativas en claraboyas y/u otra ventana de un edificio, la superficie de vidrio retiene más calor desde el interior del edificio. En aplicaciones ilustrativas en vehículos, el parabrisas retiene más calor desde el interior del vehículo. Esto ayuda a reducir (y a veces incluso a evitar) la formación inicial de condensación. Como se mencionó anteriormente, dichos recubrimientos anticondensación pueden proporcionarse sobre una superficie (o múltiples superficies) expuestas al ambiente en determinados casos ilustrativos. Como tal, los recubrimientos anticondensación de algunas realizaciones ilustrativas podrían ser robusto para poder perdurar en tales condiciones.

50 La Fig. 1 es un artículo recubierto que incluye un recubrimiento anticondensación de una realización ilustrativa comparativa. La realización ilustrativa de la Fig. 1 incluye un sustrato 1 de vidrio que soporta un recubrimiento anticondensación 3 pelicular fino multicapa. El recubrimiento anticondensación 3 tiene una baja emisividad hemisférica. En algunas realizaciones ilustrativas, la emisividad hemisférica inferior a 0,25, más preferiblemente inferior a 0,23, aún más preferiblemente inferior a 0,2, y algunas veces incluso inferior a 1,0-1,5. Esto se logra al proporcionar una fina capa 5 de óxido conductor transparente (TCO), de manera que se obtiene una resistencia laminar adecuadamente baja. En el ejemplo de la Fig. 1, el TCO 5 es indium tin oxide (óxido de indio y estaño - ITO). Una resistencia laminar de 10-30 ohmios/cuadrado por lo general será suficiente para lograr los valores de emisividad hemisférica deseados. Algunas realizaciones ilustrativas descritas en la presente memoria proporcionan una resistencia laminar de 13-27 ohmios/cuadrado, con el ejemplo indicado abajo proporcionando una resistencia laminar de 17 ohmios/cuadrado. En algunos casos ilustrativos, es posible seleccionar un TCO 5 de manera que la resistencia laminar descienda hasta aproximadamente 5 ohmios/cuadrado, aunque este valor bajo no es necesario. La Fig. 6 ilustra un artículo recubierto que incluye capas similares, excepto que en la realización de la Fig. 6 las capas 11 y 13 no están presentes. En la realización de la Fig. 6, la capa 9b que incluye oxinitruro de silicio puede ser tanto una capa de barrera que incluya silicio como una capa de contacto inferior, y puede componerse de una combinación de capas 9b y 11 de la realización de la Fig. 1. En las realizaciones de la Fig. 1 y la Fig. 6, la capa 7 de recubrimiento puede ser de óxido de circonio, óxido de aluminio, nitruro de aluminio y/u oxinitruro de aluminio, o incluirlos. Las capas 9a, 9b y 11 de nitruro de silicio y/u oxinitruro de silicio o que los incluyen pueden doparse con

aluminio (p. ej., de aproximadamente 0,5 a 5 % Al) en algunas realizaciones ilustrativas, como se conoce en la técnica, de manera que el anticátodo pueda ser conductor durante la metalización por bombardeo iónico.

5 En las Figs. 1 y 6, el TCO 5 se protege del ambiente mediante una capa u óxido 7 de circonio. Se puede proporcionar una capa 11 de barrera que incluya silicio entre el TCO 5 y el sustrato 1 también para ayudar a proteger el TCO 5, p. ej., de la migración de sodio. En el ejemplo de la Fig. 1, la capa 11 de barrera que incluye silicio es nitruro de silicio, y la capa 11 de barrera de nitruro de silicio se proporciona adyacente a una capa de óxido 13 de titanio. La capa 11 de barrera de nitruro de silicio y la capa de óxido 13 de titanio ayudan a la óptica del artículo total. Se apreciará que también puede utilizarse un sistema de pila de capas baja/alta/baja para mejorar la óptica del producto final en algunos casos ilustrativos. En algunas realizaciones ilustrativas, la capa 11 de barrera de nitruro de silicio se puede oxidar, p. ej., de manera que sea una capa de oxinitruro de silicio. En otras palabras, la capa 11 puede ser de oxinitruro de silicio o incluirlo, por ejemplo en algunas realizaciones ilustrativas. En algunas realizaciones ilustrativas, una capa de barrera que comprende nitruro de silicio (p. ej.,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  u otra estequiometría adecuada) puede reemplazar la capa 11 de barrera que incluye silicio y la capa 13 de óxido de titanio del ejemplo en la Fig. 1.

15 Se pueden intercalar capas 9a y 9b que incluyan silicio adicionales en el TCO 5. Como se muestra en el ejemplo de la Fig. 1, la capa 9a superior que incluye silicio es una capa de nitruro de silicio, mientras que la capa 9b inferior que incluye silicio es una capa de oxinitruro de silicio. Se apreciará que cualquier combinación adecuada de silicio con oxígeno y/o nitrógeno puede utilizarse en diferentes ejemplos comparativos.

20 La siguiente tabla proporciona espesores físicos ilustrativos e intervalos de espesor para la realización ilustrativa comparativa de la Fig. 1.

	Intervalo de espesor ilustrativo (nm)	Espesor ilustrativo (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

25 Los espesores de las capas 9b, 5, 9a y 7 para la realización de la Fig. 6 son similares y la tabla anterior es aplicable también a esas capas. Sin embargo, en la realización de la Fig. 6, la capa 9b de nitruro de silicio y/u oxinitruro de silicio puede ser más espesa, p. ej., de aproximadamente 10-200 nm de espesor, más preferiblemente de aproximadamente 10-100 nm de espesor. Tal como se indicó anteriormente, pueden usarse otros TCO en lugar de ITO, o además de este. Por ejemplo, algunas realizaciones ilustrativas pueden incorporar una intercalación de ITO/Ag/ITO. Algunas realizaciones ilustrativas pueden incorporar óxido de cinc, óxido de cinc dopado con aluminio (AZO), óxido de aluminio de tipo p, Ag dopada o no dopada, FTO y/o similares. Cuando se incorpora Ag en el sistema de pila de capas como un TCO, las capas que comprenden Ni y/o Cr pueden proporcionarse directamente adyacentes (en contacto con) la Ag. En algunas realizaciones ilustrativas, cada capa en el sistema de pila de capas puede depositarse por metalizado por bombardeo iónico. En algunas realizaciones ilustrativas, pueden depositarse una o más capas utilizando una técnica diferente. Por ejemplo, cuando se incorpora FTO como el TCO 5, puede depositarse pirolíticamente (p. ej. utilizando deposición química de vapor o combustion vapor deposition [combustion vapor deposition - CVD]).

35 En realizaciones ilustrativas comparativas, se puede proporcionar una capa de diamond-like carbon (carbono cuasi diamante - DLC) directamente encima y en contacto con el óxido de circonio. Esto puede contribuir a crear un recubrimiento de tipo hidrófilo más perdurable en algunos casos ilustrativos. Por lo general, los recubrimientos hidrófilos implican un ángulo de contacto inferior o igual a 10 grados. El óxido de circonio depositado por metalizado por bombardeo iónico tiende a tener un ángulo de contacto inferior a aproximadamente 20 grados. Sin embargo, la formación de DLC encima del DLC encima del óxido de circonio contribuye a su humectabilidad y crea una capa más dura. Cuando se temple, por ejemplo, una pila de capas de óxido de circonio/DLC alcanza un ángulo de contacto inferior o igual a aproximadamente 15 grados. De este modo, se puede lograr un recubrimiento de tipo hidrófilo perdurable. Se observa que esta capa puede crearse proporcionando una capa de nitruro de circonio seguida de una capa de DLC que, al templarse, producirá una capa de óxido de circonio seguida de una capa de DLC. Véase, por ejemplo, US-7.676.306 que describe un artículo recubierto con tratamiento térmico que incluye DLC y/o circonio en su recubrimiento.

50 De forma adicional o alternativa, en realizaciones ilustrativas comparativas puede proporcionarse un fino recubrimiento hidrófilo y/o fotocatalítico encima del óxido de circonio. Una capa de este tipo puede comprender

anatasa de TiO<sub>2</sub>, BiO, BiZr, BiSn, SnO, y/o cualquier otro material adecuado. Una capa de este tipo también puede contribuir a la humectabilidad y/o proporcionar propiedades de autolimpieza al artículo.

5 En realizaciones ilustrativas comparativas, la capa 7 protectora de óxido de circonio puede reemplazarse por óxido de aluminio y/u oxinitruro de aluminio. De forma adicional, en algunas realizaciones ilustrativas, la capa 7 puede depositarse inicialmente en forma de multicapa para incluir una primera capa de nitruro de circonio o incluir el nitruro de circonio directamente sobre la capa 9a que incluye nitruro de silicio, y una segunda capa de carbono como diamante (DLC) o que lo incluya. Luego, cuando se desea el tratamiento térmico (p. ej., incluido el templado térmico a temperatura(s) de al menos aproximadamente 580 °C), el artículo recubierto 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 así como resultado un artículo recubierto tratado térmicamente que tiene una pila de capas tratadas térmicamente donde la capa 7 es de óxido de circonio o lo incluye (p. ej., véanse las Figs. 1 y 6).

15 Aunque no se muestra en los ejemplos de la Fig. 1 o la Fig. 6, puede proporcionarse un recubrimiento de baja emisividad de plata sobre el sustrato de vidrio opuesto al recubrimiento anticondensación 3. Por ejemplo, el recubrimiento de baja emisividad de plata puede ser uno cualquiera de los recubrimientos de baja emisividad descritos en las patentes US-8.017.243; US-7.858.191; o US-7.964.284, o en las publicaciones US-2009/0205956 o US-2010/0075155. Por supuesto, otros recubrimientos de baja emisividad comercializados por el beneficiario de la presente invención y/u otros recubrimientos también de baja emisividad pueden utilizarse en relación con diferentes realizaciones de esta invención. Por ejemplo, otros recubrimientos de baja emisividad adecuados se describen, por ejemplo, en las patentes US-7.455.910; US-7.771.571; US-7.166.359; US-7.189.458; US-7.198.851; US-7.419.725; US-7.521.096; y US-7.648.769; así como también en las publicaciones US-2007/0036986; US-2007/0036990; US-2007/0128451; US-2009/0324967; US-2010/0279144; US-2010/0295330; US-2011/0097590; US-2011/0117371; US-2011/0210656; US-2011/0212311; y US-2011/0262726; y en las patentes US-8.557.391; US-8.506.001 y US-8.559.100. Se apreciará que se pueden usar recubrimientos de baja emisividad con o sin plata en relación con algunas realizaciones ilustrativas. Algunas veces puede ser ventajoso utilizar recubrimientos de baja emisividad sin plata a efectos de durabilidad y/o para proporcionar recubrimientos que pueden tratarse térmicamente. En algunos casos, puede ser deseable proporcionar un recubrimiento con valores de resistencia y emisividad comparables a los proporcionados anteriormente sin incluir una capa de Ag.

30 Cuando el artículo recubierto se temple, este puede moverse a través de un horno de templado “boca abajo”. En otras palabras, cuando el artículo recubierto se temple, el recubrimiento anticondensación puede estar orientado hacia los rodillos.

35 En realizaciones ilustrativas comparativas, la transmisión visible puede ser alta cuando se aplica un recubrimiento anticondensación. Por ejemplo, en algunas realizaciones ilustrativas, la transmisión visible preferiblemente será de al menos aproximadamente 50 %, más preferiblemente al menos aproximadamente 60 %, aún más preferiblemente al menos aproximadamente 65 %. En algunas realizaciones ilustrativas, la transmisión visible puede ser 70 %, 80 % o incluso mayor.

40 El artículo recubierto que se muestra en la Fig. 1 o la Fig. 6 puede incorporarse en una unidad de vidrio aislante (UVA). Por ejemplo, la Fig. 2 es una unidad de vidrio aislante que incluye un recubrimiento anticondensación dispuesto sobre una superficie exterior expuesta a la atmósfera exterior según una realización ilustrativa. La UVA en el ejemplo comparativo de la Fig. 2 incluye un primer y un segundo sustratos 1 y 21 de vidrio sustancialmente paralelos y separados. Estos sustratos definen un espacio o una distancia 22 entre ellos. El primer y el segundo sustratos 1 y 21 se sellan utilizando una junta terminal 23 y una pluralidad de pilares 25 ayudan a mantener la distancia entre el primer y el segundo sustratos 1 y 21. El primer sustrato 1 soporta el recubrimiento anticondensación 3. Como se apreciará, a partir del ejemplo comparativo de la Fig. 2, el recubrimiento anticondensación 3 está expuesto al ambiente exterior. Esto se aparta de las prácticas comunes, donde los recubrimientos de baja emisividad están por lo general protegidos del ambiente exterior. La disposición de la Fig. 2 se hace posible por la durabilidad del recubrimiento anticondensación 3.

50 Aunque no se muestra en la Fig. 2, de forma similar a como se ha descrito anteriormente, un recubrimiento de baja emisividad (p. ej., un recubrimiento de baja emisividad de plata) puede disponerse sobre una superficie interior de uno del primer y el segundo sustratos 1 y 21. Dicho de otro modo, aunque no se muestra en la Fig. 2, puede proporcionarse un recubrimiento de baja emisividad sobre la superficie 2 o la superficie 3 de la UVA ilustrada en la Fig. 2.

55 Cuando se proporciona el ejemplo comparativo de la Fig. 2 en relación con una aplicación en una claraboya, por ejemplo, el sustrato exterior 1 puede templarse y el sustrato interior 21 puede laminarse, p. ej., a efectos de seguridad. Esto también puede aplicarse a otros productos con UVA, dependiendo de la aplicación deseada. Además, se apreciará que la estructura de la UVA ilustrada en la Fig. 2 puede usarse, por ejemplo, en relación con aplicaciones generalmente verticales y generalmente horizontales. En otras palabras, la estructura de la UVA que se muestra en el ejemplo de la Fig. 2 puede utilizarse en puertas de frigorífico/congelador que están generalmente en vertical o generalmente en horizontal.

60 En algunas realizaciones ilustrativas, el espacio o la distancia 22 entre el primer y el segundo sustratos 1 y 21 puede evacuarse y/o llenarse de un gas inerte (tal como argón, por ejemplo), y la junta terminal 23 puede proporcionar un sellado hermético, p. ej., para formar una unidad de vidrio aislado al vacío (UVA con cámara al vacío).

La Fig. 2 ilustra una UVA que tiene dos sustratos de vidrio. Sin embargo, los recubrimientos anticondensación ilustrativos descritos en la presente memoria se pueden usar en relación con productos que contengan un primer, segundo y tercer sustratos de vidrio sustancialmente paralelos y separados (también denominados a veces productos de "triple vidriado"). El recubrimiento anticondensación puede disponerse en la superficie 1 (la superficie más exterior expuesta al medio ambiente), y los recubrimientos de baja emisividad pueden disponerse sobre una o más superficies interiores (superficies que no sean la superficie 1 y la superficie 6). Por ejemplo, el recubrimiento anticondensación puede disponerse en la superficie 1 y los recubrimientos de baja emisividad pueden disponerse sobre las superficies 2 y 5, 3 y 5, etc. Estos productos de triple vidriado pueden ser UVA que contengan tres capas o sustratos, UVA con cámara al vacío triple que contenga tres capas o sustratos, etc., en diferentes realizaciones de esta invención. Las UVA de triple vidriado se describen, por ejemplo, en la solicitud de patente con publicación núm. US-2013-0149473 A1.

Como se indicó anteriormente, algunas realizaciones ilustrativas pueden usarse en relación con parabrisas, ventanas, espejos, y/o similares, de vehículos. La emisividad hemisférica de las superficies exteriores de vidrio de un vehículo es normalmente mayor que aproximadamente 0,84. Sin embargo, al reducir la emisividad hemisférica hasta los intervalos anteriormente identificados (y/u otros), la superficie de vidrio puede retener más calor proporcionado por el interior del vehículo. Esto, a su vez, puede hacer que la acumulación de condensación en la superficie de la capa se reduzca o elimine cuando un vehículo en movimiento pase de un clima más frío a otro más cálido (p. ej., en zonas montañosas), que la acumulación de condensación y/o escarcha en la capa se reduzca o elimine cuando esté aparcado y se deje durante la noche, etc. El recubrimiento anticondensación en aplicaciones en vehículos puede proporcionarse en la cara del vidrio que es exterior a la cabina del vehículo.

La capa superior de óxido de circonio es ventajosa para aplicaciones en ventanas de vehículos, ya que tiene un coeficiente de fricción comparativamente bajo. Más especialmente, este coeficiente de fricción más bajo facilita el movimiento ascendente y descendente de las ventanas.

Algunos ejemplos de realización pueden utilizarse en relación con cualquier vehículo adecuado incluidos, por ejemplo, automóviles; camiones; trenes; botes, barcos y otras embarcaciones; aviones; tractores y otros materiales móviles de trabajo; etc. En aplicaciones en espejos de vehículos, la óptica del recubrimiento puede afinarse de modo que no se produzca una "reflexión doble".

Los inventores de la presente solicitud también se han dado cuenta de que el recubrimiento anticondensación de algunos ejemplos de realización pueden usarse para ayudar a cumplir el denominado estándar "0,30/0,30". Brevemente, el estándar 0,30/0,30 se refiere a un valor U inferior o igual a 0,30 y un solar heat gain coefficient (coeficiente de ganancia térmica solar- SHGC) inferior o igual que 0,30. En la legislación vigente de EE. UU. desgravaría en la inversión en ventanas, claraboyas, puertas, etc., que cumplan con estos criterios.

La Fig. 3 es una unidad de vidrio aislante que incluye un recubrimiento anticondensación (p. ej., véase el recubrimiento de la Fig. 1 y/o la Fig. 6) dispuesto sobre una superficie interior expuesta al ambiente interior según una realización ilustrativa. El ejemplo comparativo de la Fig. 3 es similar a la realización ilustrativa de la Fig. 2 salvo que la realización ilustrativa de la Fig. 3 tiene el recubrimiento anticondensación 3 situado sobre la superficie 4, que es la superficie exterior del sustrato 1 de vidrio interior que está expuesta al interior de un edificio en lugar de al ambiente exterior.

En realizaciones ilustrativas comparativas, el sustrato interior 1 puede recocerse (en lugar de templarse). El recubrimiento anticondensación puede permanecer igual o sustancialmente igual que entre las realizaciones ilustrativas de la Fig. 2 y la Fig. 3, aunque las modificaciones descritas anteriormente en relación con las Figs. 1, 2 y/o 6 también pueden realizarse en relación con una realización como la Fig. 3. Un cambio que se podría hacer es aumentar el espesor del ITO para conseguir el cumplimiento del valor U deseado. En los casos en los que el ITO se espesa, los espesores de las otras capas también pueden ajustarse para conseguir las propiedades ópticas deseadas. También se pueden añadir capas adicionales para conseguir las propiedades ópticas deseadas. Los otros elementos estructurales permanecen iguales que entre las Figs. 2 y 3, y se pueden hacer modificaciones similares a los mismos.

Cuando el recubrimiento anticondensación 3 está dispuesto sobre la superficie 4 como se muestra en la Fig. 3, se ha determinado que el valor U es 0,29. Se ha descubierto que cuando se proporciona un recubrimiento de baja emisividad adicional sobre la superficie 2 de la UVA, el valor U desciende a 0,23. Algunas realizaciones ilustrativas también pueden proporcionar un coeficiente de ganancia térmica solar inferior o igual a 0,30, ayudando a cumplir el estándar 0,30/0,30.

En productos con valores U bajos (p. ej., UVA o UVA con cámara al vacío con el recubrimiento anticondensación sobre la superficie 4, UVA con cámara al vacío de dos y tres capas, etc.), la condensación puede ser un problema, p. ej., cuando el vidrio no se calienta debido los recubrimientos de baja emisividad. Se presenta una solución a este problema en la Fig. 4, que es una unidad de vidrio aislante que incluye recubrimientos anticondensación dispuestos sobre superficies exteriores e interiores de la unidad de vidrio aislante según una realización ilustrativa. En el ejemplo de la Fig. 4 se proporcionan un primer y un segundo sustratos 1a y 1b. Se proporcionan un primer y segundo recubrimientos anticondensación 3a y 3b sobre las superficies 1 y 4, respectivamente. En algunas realizaciones ilustrativas también se pueden proporcionar recubrimientos de baja emisividad adicionales en una o ambas de las superficies interiores (superficies 2 y/o 3). De esta manera, es posible proporcionar un producto que presenta una reducción del valor U y comportamientos anticondensación.

La Fig. 5 es un gráfico que ilustra el rendimiento de una realización ilustrativa comparativa, un producto anticondensación actual y un sustrato de vidrio sin recubrir a medida que la temperatura, la humedad, y el punto de rocío cambian en un periodo de tiempo de 18 horas. Cada una de las imágenes de la Fig. 5 tiene un diseño “cruzado” impreso en ella para ayudar a demostrar la presencia o ausencia de condensación. Como puede verse en la Fig. 5, prácticamente no se forma condensación en aquellas muestras que se produjeron según una realización ilustrativa. Por el contrario, el ejemplo comparativo, que incluye FTO depositado por pirólisis, muestra alguna condensación formada en el primer periodo observado, donde el nivel de condensación aumenta considerablemente a través del segundo y el tercer periodos observados, y se reduce ligeramente en el cuarto periodo observado. De hecho, el diseño “cruzado” es significativamente borroso en el segundo periodo observado y apenas visible durante el tercero. La muestra de vidrio sin recubrir muestra una condensación significativa durante todos los periodos observados. No se puede ver el diseño “cruzado” en el segundo y el tercer periodos observados.

La Fig. 7 es un artículo recubierto que incluye un recubrimiento anticondensación según un ejemplo comparativo. La pila de capas ilustrativa de la Fig. 7 es similar a las pilas de capas ilustrativas descritas anteriormente en que incluye una capa 5 de TCO intercalada entre una primera y una segunda capas 9a y 9b que incluyen silicio. En la realización ilustrativa de la Fig. 7, la primera y la segunda capas 9a y 9b que incluyen silicio comprenden oxinitruro de silicio. La primera y la segunda capas 9a y 9b que comprenden oxinitruro de silicio tienen intercalada una capa 5 de TCO que comprende ITO. Los espesores e índices de refracción ilustrativos para cada una de las capas se proporciona en la siguiente tabla:

	Intervalo de espesor ilustrativo (nm)	Primer espesor ilustrativo (nm)	Segundo espesor ilustrativo (nm)	Intervalo de índice de refracción ilustrativo	Intervalo de índice de refracción preferido	Primer índice de refracción ilustrativo	Segundo índice de refracción ilustrativo
SiO <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	30-100	60	70	1,5-2,1	1,7-1,8	1,75	1,7
ITO	95-160	105	105	1,7-2,1	1,8-1,93	1,88	1,9
SiO <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	30-100	65	70	1,5-2,1	1,7-1,8	1,75	1,7
Vidrio	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Otras variantes de esta pila de capas son posibles en diferentes realizaciones. Tales variantes pueden incluir, por ejemplo, usar parcial o totalmente capas oxidadas y/o nitruradas para la primera y/o segunda capas que incluye silicio, añadir un recubrimiento protector que comprenda ZrOx, añadir una o más capas de con el mismo índice (p. ej., que comprendan TiOx) entre el sustrato de vidrio y la segunda capa que incluye silicio, etc. Por ejemplo, algunas realizaciones ilustrativas podrían implicar modificar la pila de capas ilustrativa de la Fig. 7 de manera que se sustituya la capa superior que comprende SiOxNy con SiN, añadir una capa que comprenda ZrOx (p. ej., para aumentar potencialmente la durabilidad), tanto sustituir la capa superior que comprende SiOxNy con SiN como añadir una capa que comprenda ZrOx, etc. Por lo tanto, se apreciará que las posibles modificaciones citadas en la presente memoria se pueden usar en cualquier combinación o subcombinación.

También pueden hacerse modificaciones para satisfacer la denominada puntuación “ventana R5” (valor U de toda la ventana < 0,225) con una baja emisividad (p. ej., < 0,20). Para cumplir tales estándares, el espesor de la capa TCO puede aumentarse. En la siguiente tabla se proporcionan los aumentos de espesor de ITO previstos y los parámetros de rendimiento. Se apreciará que las capas que incluyen silicio también se pueden regular para mantener una óptica aceptable y/o que se pueden añadir capas dieléctricas, tales como capas que comprendan óxido de titanio. Se observa que se asume que los sustratos de vidrio son sustratos de vidrio transparentes de 3 mm, que se proporciona un recubrimiento de baja emisividad sobre la superficie 2, y que se proporciona una distancia de 1/2" llenada con aproximadamente 90 % de Ar y 10 % de aire en las realizaciones de UVA.

Emisividad n.º 4	Monolítica		UVA		Valor U de COG	Espesor de ITO	% de mejora del valor U
	Tvis	Rvis	Tvis	Rvis, en			
0,84 (sin recubrimiento)	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 %

El ejemplo comparativo de la Fig. 7 es ventajosamente muy duradero, p. ej., después del tratamiento térmico, aunque no incluya una capa de sobrerrecubrimiento que comprenda ZrOx o similar. Por lo tanto ha resultado ser adecuado para usar como un recubrimiento denominado Superficie 4. Como se conoce, la cuarta superficie de una UVA, por ejemplo, es la superficie más alejada del sol (y, por lo tanto, normalmente orientada hacia el interior de un edificio). Por consiguiente, el ejemplo de pila de capas de la Fig. 7 es especialmente adecuado para usar en una unidad similar a la que se muestra en la Fig. 3. También se apreciará que la realización ilustrativa de la

## ES 2 733 215 T3

Fig. 7 es adecuada para usar en relación con otros acristalamientos donde se proporciona sobre la superficie interior orientada hacia el interior del edificio (p. ej., sobre la superficie 6 de una UVA triple, etc.).

5 Como se mencionó anteriormente, el ejemplo de pila de capas de la Fig. 7 se puede tratar térmicamente en algunas realizaciones ilustrativas. Este tratamiento térmico puede lograrse mediante el uso de un calentador de infrarrojos (IR), una estufa u otro horno, un proceso de recocido por láser, etc. Otros detalles ilustrativos del tratamiento térmico se proporcionan a continuación. Las dos tablas siguientes incluyen datos de rendimiento de la pila de capas monolítica de la Fig. 7 después del tratamiento térmico por IR y después del tratamiento térmico en un horno de cinta (p. ej., a 650 °C), respectivamente.

10

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

Espesor 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*, Cara del vidrio	-0,4
b*, Cara del vidrio	-1,13
L*, Cara del vidrio	36,20
Rf	9,10
a*, Cara de la película	-0,72
b*, Cara de la película	-1,13
L*, Cara de la película	36,17
Índice de reproducción cromática (CRI)	97,91
Turbidez T	0,12
Rugosidad superficial	1,8
Resistencia laminar	17-19
Emisividad hemisférica	0,20 o 0,21

Datos de rendimiento templado monolítico (horno de cinta 650)

15

T	88,10
RT (Recocido a Templado)	0,37
a*, Transmisión	-0,60
b*, Transmisión	0,54
L*, Transmisión	95,20
Rg	9,08
RT (Recocido a Templado)	1,04
a*, Cara del vidrio	-0,26
b*, Cara del vidrio	-2,16
L*, Cara del vidrio	36,14
Rf	9,06
RT (Recocido a Templado)	1,16
a*, Cara de la película	-0,69
b*, Cara de la película	-2,28
L*, Cara de la película	36,10
Índice de reproducción cromática (CRI)	97,91
Turbidez T	0,12
Rugosidad superficial	1,8
Resistencia laminar (NAGY)	17-19

Emisividad hemisférica	0,19 o 0,20
------------------------	-------------

Como se indicó anteriormente, el ejemplo comparativo de la Fig. 7 puede tratarse térmicamente usando, por ejemplo, un calentador de infrarrojos (IR), una estufa u otro horno, un proceso de recocido por láser, etc. Una etapa de tratamiento térmico posterior a la deposición puede ser ventajosa para ayudar a recristalizar la capa de ITO y ayudar a lograr la emisividad y óptica deseadas (p. ej., incluyendo lo descrito anteriormente). En un proceso ilustrativo, el vidrio puede calentarse a una temperatura de aproximadamente 400 °C para ayudar a cumplir estos objetivos. En algunas realizaciones ilustrativas, la temperatura del vidrio no superará los 470 °C para ayudar a reducir la probabilidad de que se introduzcan en el vidrio cambios por estrés permanentes (o al menos no temporales).

Algunas realizaciones ilustrativas pueden usar una matriz de diodos láser junto con un proceso de recocido por 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 de depositado) ayuda a lograr un aspecto del recubrimiento sustancialmente uniforme y ayuda a conseguir los parámetros de rendimiento antes mencionados:

- Potencia láser - 1 kW
- Longitud de onda de emisión - 975 nm
- Velocidad de barrido - 75 mm/seg.
- Tamaño de punto - nominalmente 12,5 mm x 2 mm

Un horno que tenga múltiples zonas también puede utilizarse para tratar térmicamente algunas realizaciones ilustrativas. La temperatura de la zona, la velocidad de la línea, la variación de temperatura (p. ej., superior/inferior), la aspiración, los ajustes de los elementos (p. ej., a través del horno), los ajustes del aire de enfriamiento (p. ej., variación de presión y flujo) y/u otros factores pueden afinarse para ayudar a lograr las características de rendimiento deseadas. En algunas realizaciones ilustrativas se puede usar un horno de diez zonas para lograr el tratamiento térmico. Un subconjunto parcial de las zonas puede contribuir al proceso de recristalización del ITO, mientras que otras zonas pueden ayudar a enfriar lentamente el sustrato antes de salir del horno. En un ejemplo en el que se usó un horno de diez zonas, se descubrió que las zonas 1-3 estaban activas en el proceso de recristalización del ITO, calentando el recubrimiento a una temperatura próxima a 400 °C, mientras que el resto del horno ayudó a enfriar lentamente el vidrio antes de salir a las secciones de aire de refrigeración. Se apreciará que sería deseable en algunos casos ilustrativos mantener una baja temperatura de salida para ayudar a reducir la probabilidad de rotura. De hecho, el vidrio es muy sensible a la rotura térmica en el intervalo de temperatura que interviene en el proceso de recocido, especialmente a temperaturas superiores a 200 °C.

Otros parámetros que afectan la rotura térmica incluyen el diferencial de temperatura a través del espesor del vidrio, así como el diferencial a través de su superficie. Se descubrió que el primero tiene un gran impacto sobre la rotura térmica con respecto a los sustratos recubiertos. Las temperaturas de la superficie superior e inferior del vidrio sin recubrir que salió del horno eran casi idénticas, y la mayor parte de vidrio transparente sobrevivió al proceso de recocido después de que se estableciera el perfil inicial (velocidad de línea, temp. de zona, aire de enfriamiento, sin desviación). Sin embargo, la superficie superior del producto recubierto se midió y tenía 121 °C (250 °F) más a la salida del horno. Esto se debe a que el calor se pierde más rápidamente a través de la transferencia conductiva a los rodillos que en la transferencia radiante desde la superficie superior recubierta.

Sin embargo, mediante la identificación y comprensión de este diferencial y la variación del calentamiento y enfriamiento es posible reducir esta diferencia y, a su vez, ayudar a reducir la probabilidad de rotura. Se proporcionan perfiles de horno ilustrativos para vidrio de 3,2 mm y 2,3 mm en las siguientes tablas, respectivamente.

Perfil del horno para 3,2 mm

		Zona									
Horno	Temp. (F)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Superior	Referencia	1420	1420	1420	0	0	0	0	0	0	0
	Real	1422	1442	1423	937	745	693	565	551	585	581
Inferior	Referencia	1420	1420	1420	0	700	700	700	700	700	700
	Real	1440	1438	1431	825	780	743	730	453	690	705

Los siguientes parámetros se usaron en relación con este ejemplo de perfil de calentamiento:

- Velocidad lineal: 0,30 m/s (60 pies/min)
- Aspiración: 0

## ES 2 733 215 T3

- Ajuste (Zonas 1-3): 5-10 (50 %) - centro, todos los demás 100 %
- Templado Primario: Referencia = 0 y amortiguador cerrado
- Enfriamiento medio: 1" H2O, referencia = 0 y amortiguador abierto
- Después del refrigerador: 1" H2O, referencia = 0 y amortiguador abierto

5

10 Perfil del horno para 2,3 mm

		Zona									
Horno	Temp. (F)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Superior	Referencia	1420	1420	1420	0	0	0	0	0	0	0
	Real	1422	1442	1423	937	712	643	544	525	542	570
Inferior	Referencia	1420	1420	1420	0	600	600	600	600	600	600
	Real	1440	1438	1431	825	644	609	612	386	602	601

Los siguientes parámetros se usaron en relación con este ejemplo de perfil de calentamiento:

- Velocidad lineal: 0,30 m/s (70 pies/min)
- Aspiración: 0
- Ajuste (Zonas 1-3): 5-10 (50 %) - centro, todos los demás 100 %
- Templado Primario: 1" H2O, sólo parte superior, referencia = 0 y amortiguador abierto
- Enfriamiento medio: Referencia = 0 y amortiguador cerrado
- Después del refrigerador: 1" H2O, referencia = 0 y amortiguador abierto

15

20

25

Como otra opción se puede usar radiación infrarroja con una longitud de onda ajustada para el tratamiento térmico en algunas realizaciones ilustrativas. Las técnicas ilustrativas se exponen en la patente US-8.815.059. La capa de TCO puede tratarse térmicamente de manera preferente y selectiva usando radiación infrarroja de onda corta infrarroja cercana (NIR-SWIR) específicamente ajustada, por ejemplo. El calentamiento selectivo del recubrimiento puede obtenerse en algunas realizaciones ilustrativas usando emisores de infrarrojos con salidas pico sobre longitudes de onda espectrales donde el ITO es significativamente absorbente pero donde el sustrato (p. ej., vidrio) tiene absorción reducida o mínima. En algunas realizaciones ilustrativas, el recubrimiento será preferiblemente calentado, mejorando de este modo sus propiedades y al mismo tiempo manteniendo bajas las temperaturas del sustrato subyacente.

30

35

Al calentar preferiblemente el recubrimiento usando las técnicas de radiación IR con ajuste de la longitud de onda descritas en la presente memoria, el tratamiento térmico de la capa de ITO es posible a temperaturas inferiores del sustrato y/o tiempos de calentamiento más cortos que los que se requerirían por medios convencionales. El calentamiento preferente se logra usando longitudes de onda IR que son mucho más absorbidas por el recubrimiento que por el sustrato. La radiación IR de alta intensidad puede suministrarse, por ejemplo, mediante lámparas de cuarzo o emisores láser.

40

En el caso de emisores láser, las ordenaciones de diodos láser pueden ser ventajosas, p. ej., dado su coste de compra más bajo en comparación con otros tipos de láser comunes (y la disponibilidad de aproximadamente 800-1050 nm (por ejemplo, 940 nm) de salida de longitud de onda coincide con las características espectrales del recubrimiento). Sin embargo, también se pueden usar en diferentes realizaciones láseres y/o lámparas excímero, de CO<sub>2</sub>, YAG, de cuarzo y/u otros tipos. Por ejemplo, se observa que una longitud de onda de 810 nm es común para algunos láseres de diodos (y en general pueden utilizarse en relación con recubrimientos de tipo de baja emisividad, por ejemplo), y que una longitud de onda de 1032 nm es común para algunos láseres YAG. Más aún, algunas realizaciones ilustrativas pueden usar otros láseres (p. ej., de CO<sub>2</sub> u otros láseres) para calentar muy rápidamente el vidrio y, de ese modo, calentar indirectamente el recubrimiento. En algunas realizaciones ilustrativas, la radiación electromagnética puede enfocarse en un haz rectangular de relación dimensional muy elevada que abarque la anchura del vidrio. El vidrio puede desplazarse en un transportador en una dirección perpendicular al eje longitudinal del rectángulo. En algunas realizaciones ilustrativas puede emplearse un proceso de "paso y repetición", p. ej., para irradiar secciones más pequeñas de manera controlada, de manera que finalmente se irradie todo el sustrato. Además, pueden utilizarse otros tamaños y/o formas incluidas, por ejemplo, formas prácticamente cuadradas, formas circulares, etc.

45

50

55

En general, se ha descubierto que las densidades de potencia superiores son preferibles ya que permiten tiempos de calentamiento más cortos y gradientes de temperatura más altos desde el recubrimiento a través de todo el

sustrato. Con tiempos de calentamiento más cortos se transfiere menos calor desde el recubrimiento a través del vidrio por conducción, y se puede mantener una temperatura más baja.

La Fig. 8 es una vista esquemática de un sistema que incorpora un calentador de infrarrojos según algunos ejemplos comparativos. El sistema ilustrativo de la Fig. 8 incluye un recubridor 102 para depositar por vapor físico una o más capas de película fina sobre un sustrato, p. ej., mediante metalizado por bombardeo iónico. Después del recubridor 102 hay un calentador por infrarrojos 104. En algunas realizaciones ilustrativas, se puede usar un aparato de metalizado por bombardeo iónico a temperatura ambiente para depositar ITO sobre un sustrato de vidrio. Un sistema transportador 106 transporta un sustrato a través del recubridor 102 donde la capa o la pila de capas se deposita, y hacia el calentador por infrarrojos 104. El calentador por infrarrojos 104, a su vez, se ajusta para dirigir la radiación NIR-SWIR al sustrato con el recubrimiento sobre el mismo. La longitud de onda de la radiación IR se selecciona para calentar, preferiblemente, el recubrimiento o una capa particular en el recubrimiento, p. ej., en comparación con el sustrato y/o cualquier otra capa en un recubrimiento multicapa.

Aunque se describen algunos ejemplos comparativos que incluyen un calentador de infrarrojos después del recubridor, se apreciará que diferentes realizaciones ilustrativas pueden colocar un recubridor dentro de una cámara de vacío del recubridor. Además, en algunas realizaciones ilustrativas, el tratamiento térmico por IR puede llevarse a cabo en cualquier momento una vez que haya sido depositada la capa que activar o tratar térmicamente. Por ejemplo, algunas realizaciones ilustrativas pueden llevar a cabo un tratamiento térmico por IR justo después de la deposición de la capa de ITO, mientras que algunas realizaciones ilustrativas pueden llevar a cabo un tratamiento térmico por IR una vez que se han depositado todas las capas en una pila de capas. En algunas realizaciones ilustrativas, múltiples tratamientos térmicos por IR pueden llevarse a cabo en momentos diferentes durante el proceso de deposición.

En algunas realizaciones ilustrativas se puede utilizar un horno de infrarrojos de onda corta (SWIR) que incorpore lámparas de cuarzo. Puede utilizarse un pico de longitud de onda de emisión de IR de 1,15  $\mu\text{m}$  para calentar el recubrimiento. Esta longitud de onda se determinó analizando las características espectrales del recubrimiento y del sustrato de vidrio, aunque también son posibles otras longitudes de onda. De hecho, se ha determinado un intervalo de longitud de onda ilustrativo para calentar 0,8-2,5  $\mu\text{m}$ . Más preferiblemente, el intervalo de emisión de IR es de 1-2  $\mu\text{m}$ . Las técnicas descritas en la solicitud de patente US-12/923.082, por ejemplo, pueden utilizarse para establecer intervalos óptimos o preferidos de emisión de IR para tratar térmicamente también otros recubrimientos (p. ej. otros recubrimientos de TCO, metálicos, etc.) sobre vidrio.

La densidad de potencia del horno SWIR es 10,56 kW/pie<sup>2</sup> (la salida de la bombilla es de 80 W/pulg, con montaje en centros de 1 pulg). Los tiempos de calentamiento puede variar de 12-130 s con intervalos de 12 s, por ejemplo. Los elementos de calentamiento pueden estar aproximadamente a 4 pulg de la superficie de vidrio, aunque los elementos de calentamiento pueden elevarse o bajarse en diferentes realizaciones ilustrativas de esta invención.

Al tener como objetivo las longitudes de onda IR absorbidas por el recubrimiento, es posible generar un gran gradiente térmico entre el recubrimiento y todo el sustrato. Dado que la masa térmica del recubrimiento es muy pequeña en comparación con el vidrio, el vidrio actúa esencialmente como un mecanismo de templado. El aumento de la temperatura de todo el vidrio se atribuye principalmente al hecho de dirigir la transferencia de calor por absorción de IR en lugar de por conducción desde el recubrimiento.

Se ha descubierto que la cristalinidad final de la película se obtiene después de solo 48-60 s de calentamiento, aunque tiempos cortos o más largos también son posibles.

El nivel de oxidación inicial del ITO sobre las muestras usadas en la presente memoria se ha optimizado para una baja resistencia laminar después del templado (lo que produce una oxidación adicional del ITO). Es probable que exista un óptimo diferente para el tratamiento térmico del ITO usando radiación NIR. Cuando el nivel de oxidación inicial del ITO se optimiza para el calentamiento de la NIR, debería ser posible reducir significativamente la cantidad de calentamiento requerido. Teóricamente, este tiempo debería reducirse a los 48-60 s requeridos para la recristalización utilizando el mismo proceso de calentamiento. Además, se puede conseguir una reducción en el tiempo de calentamiento optimizando los requisitos de densidad de potencia frente a tiempo de calentamiento.

Las técnicas de calentamiento por IR descritas en la presente memoria preferiblemente calientan el ITO en el recubrimiento de forma que el sustrato de vidrio permanece por debajo de su temperatura de transición, que es de aproximadamente 480 °C para el vidrio flotado. Preferiblemente, el sustrato de vidrio permanece por debajo de 450 °C, y más preferiblemente por debajo de 425 °C. En algunas realizaciones ilustrativas en donde se aplica una emisión pico de 1,15  $\mu\text{m}$  para 108 s, la resistencia laminar del recubrimiento ilustrativo es aproximadamente un tercio de su equivalente depositado, y la emisividad y absorción descienden correspondientemente hasta aproximadamente la mitad de los valores de su equivalente depositado. Mientras tanto, la temperatura del sustrato alcanza un máximo de solo aproximadamente 400 °C, que está bastante por debajo de su temperatura de transición.

La NIR generalmente incluye IR con una longitud de onda de 0,75-1,4  $\mu\text{m}$ , y la SWIR generalmente incluye IR con una longitud de onda de 1,4-3  $\mu\text{m}$ . Algunas realizaciones ilustrativas pueden funcionar, generalmente, dentro de

estas longitudes de onda. Preferiblemente, la temperatura del sustrato no excede 480 °C, más preferiblemente 450 °C, aún más preferiblemente 425 °C y, algunas veces 400 °C, como resultado de ese calentamiento NIR-SWIR.

5 Aunque en la presente memoria se han descrito algunos ejemplos comparativos referidos a recubrimientos anticondensación, los recubrimientos descritos en la presente memoria pueden usarse en relación con otras aplicaciones. Por ejemplo, los recubrimientos ilustrativos descritos en la presente memoria pueden utilizarse en relación con un frigorífico/congelador y/u otras aplicaciones en tiendas, claraboyas, etc.

10 En algunas realizaciones ilustrativas, después del tratamiento térmico o la activación mediante las técnicas descritas en la presente memoria, un artículo recubierto puede reenviarse a un fabricante u otra ubicación, p. ej., para su procesamiento posterior como, por ejemplo, corte, dimensionamiento, incorporación en otro artículo (p. ej. una unidad de vidrio aislante, una claraboya, un vehículo, un acristalamiento, etc.). Preferiblemente, la ruptura o los fallos catastróficos del artículo recubierto tratado térmicamente no serán resultado de cambios en el vidrio causados por el proceso de tratamiento térmico.

15 En la presente memoria, juntas “periféricas” y “terminales” no significan que las juntas estén situadas en la periferia o borde absolutos de la unidad, sino que la junta está al menos parcialmente situada en un borde de al menos un sustrato de la unidad o cerca de este (p. ej., dentro de aproximadamente dos pulgadas). De la misma manera, el término “borde”, como se utiliza en la presente memoria, no se limita al borde absoluto de un sustrato de vidrio, sino que también puede incluir un área en un borde absoluto del sustrato o sustratos, o cerca de este (p. ej., dentro de aproximadamente dos pulgadas).

20 En la presente memoria, los términos “sobre”, “soportado por” y similares no deberían interpretarse en el sentido de que dos elementos están directamente adyacentes entre sí salvo que se indique expresamente. En otras palabras, puede decirse que una primera capa está “sobre” o “soportada por” una segunda capa, incluso si hay una o más capas entre ellas.

25 Se apreciará que algunas realizaciones ilustrativas pueden incorporar uno o más recubrimientos adicionales de baja emisividad sobre una superficie de uno o más sustratos de vidrio orientados hacia el espacio de aire entre ellos (p. ej., las superficies 2 y/o 3 en una UVA; las superficies 2, 3, 4 y/o 5 en una UVA triple, etc.). Un recubrimiento de baja emisividad de la superficie 4 dispuesto sobre vidrio transparente, por ejemplo, puede ayudar a mejorar el valor U de toda la ventana, p. ej., al reflejar calor por infrarrojos de vuelta al interior del edificio. El vidrio en algunas realizaciones ilustrativas puede ser de 2,3 mm a 6 mm de vidrio flotado transparente en algunas realizaciones ilustrativas. En estas realizaciones, 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 algunas 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.

30 Por ejemplo, como se ha mencionado anteriormente, puede ser deseable en ciertos escenarios ilustrativos proporcionar un recubrimiento de baja emisividad más duradero sobre una superficie exterior de una UVA, y un recubrimiento de baja emisividad potencialmente menos duradero sobre una superficie interior de la UVA, donde puede estar protegido. Una configuración ilustrativa implicaría entonces un recubrimiento de baja emisividad proporcionado en ambas caras de un único sustrato, p. ej., las superficies 1 y 2 o las superficies 3 y 4. Por supuesto, también se contemplan otras disposiciones (p. ej., donde las superficies 1 y 3 o las superficies 2 y 4 están provistas de recubrimientos de baja emisividad). El recubrimiento de baja emisividad proporcionado sobre la superficie 4 puede ser un recubrimiento más duradero que el recubrimiento de baja emisividad proporcionado a la superficie 3, que está naturalmente protegido del ambiente exterior en virtud de su ubicación dentro de la cavidad de la UVA. El recubrimiento de baja emisividad proporcionado sobre la superficie 4 puede ser cualquiera de los recubrimientos descritos anteriormente, p. ej., en relación con las Figs. 1, 6 y 7. El recubrimiento de baja emisividad proporcionado sobre la superficie 3 puede tener un coeficiente de ganancia térmica solar suficiente para reducir el valor U global de la UVA hasta un nivel deseado (p. ej., que cumpla con el estándar 0,30/0,30 indicado anteriormente). En algunas realizaciones ilustrativas, el recubrimiento de baja emisividad orientado hacia el interior puede ser un recubrimiento de baja emisividad de plata, mientras que el recubrimiento de baja emisividad expuesto a la superficie exterior puede ser un recubrimiento de ITO.

35 Los recubrimientos de baja emisividad de plata enumerados anteriormente pueden usarse en la Fig. 3 para este propósito. Otros recubrimientos de baja emisividad adecuados que pueden utilizarse en la superficie interior incluyen los recubrimientos ilustrativos expuestos a continuación.

60 Primer recubrimiento de baja emisividad de Ag ilustrativo

Material	Espesor preferido (Å)	Espesor más preferido (Å)	Espesor 1 ilustrativo (Å)	Espesor 2 ilustrativo (Å)
Vidrio				
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	1-500	100-300	160	160
TiO <sub>x</sub>	75-125	85-115	100	100

## ES 2 733 215 T3

ZnO	35-75	40-70	60	50
SnO	35-200	50-135	100	70
ZnO	30-200	40-130	60	100
Ag	60-110	70-100	85	85
NiCrO <sub>x</sub>	20-40	23-37	30	30
SnO	150-275	170-255	220	200
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	1-1000	100-500	220	250

Segundo recubrimiento de baja emisividad de Ag ilustrativo

Material	Espesor preferido (Å)	Espesor más preferido (Å)	Espesor 1 ilustrativo (Å)	Espesor 2 ilustrativo (Å)
Vidrio				
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	1-500	10-300	156	156
TiO <sub>x</sub>	15-50	30-40	33	35
ZnO	70-200	95-125	114	110
TiO <sub>x</sub>	15-50	30-40	33	35
ZnO	70-200	95-125	114	110
Ag	70-120	80-100	90	90
NiCrO <sub>x</sub>	1-100	10-50	30	30
SnO	110-150	115-145	130	130
ZnO	70-200	95-125	109	109
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	115-185	125-155	140	140
ZrO <sub>x</sub>	1-200	10-80	40	40

- 5 Otros detalles con respecto al primer y segundo ejemplo de recubrimientos de baja emisividad de Ag mencionados anteriormente se tratan con detalle en la publicación US-2013/0164464 A1.

Tercer recubrimiento de baja emisividad de Ag ilustrativo

Material	Espesor preferido (Å)	Espesor más preferido (Å)	Espesor 1 ilustrativo (Å)	Espesor 2 ilustrativo (Å)
Vidrio				
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	1-500	10-300	135	140
TiO <sub>x</sub>	60-110	65-100	80	85
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	50-90	55-80	65	70
ZnO <sub>x</sub> o ZnAlO <sub>x</sub>	60-110	70-100	85	85
Ag	60-110	65-100	80	85
NiCrO <sub>x</sub>	22-42	25-38	30	33
SnO <sub>x</sub>	125-215	145-195	170	170
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	1-500	10-300	170	170

10

Cuarto recubrimiento de baja emisividad de Ag ilustrativo

Material	Espesor preferido (Å)	Espesor más preferido (Å)	Espesor 1 ilustrativo (Å)	Espesor 2 ilustrativo (Å)
Vidrio				
TiO <sub>x</sub>	135-250	150-230	200	180
SnO <sub>x</sub> (opcional)	0-40	1-30		20
ZnO <sub>x</sub> o ZnAlO <sub>x</sub>	30-63	33-60	40	50
Ag	100-170	115-155	135	135
NiCrO <sub>x</sub>	1-100	10-50	30	30
TiO <sub>x</sub>	30-50	35-45	40	40
ZnO <sub>x</sub>	120-200	135-185	160	160
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	1-500	100-300	210	210

Quinto recubrimiento de baja emisividad de Ag ilustrativo

15

Material	Espesor preferido (Å)	Espesor más preferido (Å)	Espesor 1 ilustrativo (Å)	Espesor 2 ilustrativo (Å)
Vidrio				
TiO <sub>x</sub>	120-210	140-190	165	165
ZnO <sub>x</sub> o ZnAlO <sub>x</sub>	60-100	65-95	80	80
Ag	155-260	175-240	208	208
NiCrO <sub>x</sub>	1-100	10-50	30	30
TiO <sub>x</sub>	30-50	35-45	40	40
SnO <sub>x</sub>			220	149
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	1-500	100-400	250	322

Sexto recubrimiento de baja emisividad de Ag ilustrativo

Material	Espesor preferido (Å)	Espesor más preferido (Å)	Espesor ilustrativo (Å)
Vidrio			
TiO <sub>x</sub>	120-210	140-190	165
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	1-500	30-300	100
ZnO <sub>x</sub> o ZnAlO <sub>x</sub>	60-100	65-95	80
Ag	75-125	85-115	100
NiCrO <sub>x</sub>	1-100	10-50	35
TiO <sub>x</sub>	33-60	38-52	45
SnO <sub>x</sub>	120-200	135-185	160
Si <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	1-500	50-350	180
ZrO <sub>x</sub>	1-100	5-50	20

- 5 En algunas realizaciones ilustrativas se proporciona una unidad de vidrio aislante (UVA). Se proporcionan el primer y el segundo sustratos de vidrio sustancialmente paralelos y separados, proporcionando el primer y el segundo sustratos, en orden, de la primera a la cuarta superficie principal de la UVA sustancialmente paralelas. Se define una distancia entre el primer y el segundo sustratos. Una cuarta superficie de la UVA soporta un primer recubrimiento de baja emisividad que comprende una pluralidad de capas peliculares finas que incluyen, en orden empezando desde el segundo sustrato: una primera capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y que tiene un espesor de 50-90 nm, una capa que comprende ITO que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1 y que tiene un espesor de 85-125 nm, y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y que tiene un espesor de 50-90 nm.
- 10
- 15 Además de las características del párrafo anterior, en algunas realizaciones ilustrativas la primera y la segunda capa que comprenden oxinitruro de silicio pueden tener índices de refracción de 1,7-1,8.
- Además de las características de cualquiera de los dos párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas la capa que comprende ITO puede tener un índice de refracción de 1,8-1,93.
- 20
- Además de las características de cualquiera de los tres párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas la primera y la segunda capas que comprenden oxinitruro de silicio pueden tener índices de refracción y espesores que varían entre sí en no más de 0,1 y 10 nm, respectivamente.
- 25
- Además de las características de cualquiera de los cuatro párrafos anteriores, la tercera superficie de la UVA soporta un segundo recubrimiento de baja emisividad que comprende una pluralidad de capas peliculares finas que incluyen, en orden empezando desde el segundo sustrato: una primera capa de silicio; una primera capa dieléctrica; una segunda capa dieléctrica dividida por una tercera capa dieléctrica para formar una primera y una segunda partes de la segunda capa dieléctrica; una capa reflectante de infrarrojos (IR) metálica o sustancialmente metálica encima y en contacto directo con la segunda parte de la segunda capa dieléctrica; una capa de contacto superior que comprende un óxido de Ni y/o Cr directamente encima y en contacto con la capa reflectante de IR; una cuarta capa dieléctrica; y una segunda capa de silicio. La tercera capa dieléctrica puede comprender ya sea óxido de titanio u óxido de estaño.
- 30
- Además de las características del párrafo anterior, en algunas realizaciones ilustrativas la primera capa dieléctrica puede ser una capa de alto índice de refracción que comprenda un óxido o subóxido de titanio.
- 35
- Además de las características de cualquiera de los dos párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas la tercera y cuarta capas dieléctricas pueden comprender óxido de estaño.

Además de las características del párrafo anterior, en algunas realizaciones ilustrativas la segunda capa dieléctrica puede comprender óxido de cinc.

5 Además de las características del párrafo anterior, en algunas realizaciones ilustrativas la segunda capa puede dividirse de modo que sus partes tengan espesores que no varíen en más de 5 % entre sí.

10 Además de las características de cualquiera de los cinco párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas la primera y segunda capas de silicio pueden comprender, cada una, nitruro de silicio, la primera capa dieléctrica puede comprender óxido de titanio, la segunda capa dieléctrica puede comprender óxido de cinc, la tercera y cuarta capas dieléctricas pueden comprender, cada una, óxido de estaño, y la capa reflectante de IR puede comprender Ag.

15 Además de las características de cualquiera de los seis párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas el segundo sustrato puede tratarse térmicamente con el primer y/o segundo recubrimientos de baja emisividad dispuestos sobre el mismo.

Además de las características de cualquiera de los siete párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas el segundo recubrimiento de baja emisividad puede tener un coeficiente de ganancia térmica solar suficiente para hacer que el valor U de la UVA sea inferior o igual a 0,30.

20 Según la invención, se proporciona un artículo recubierto que comprende un sustrato que soporta un primer y un segundo recubrimientos de baja emisividad sobre superficies principales opuestas de los mismos, respectivamente. El primer recubrimiento de baja emisividad comprende, en orden empezando desde el sustrato: una primera capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y que tiene un espesor de 50-90 nm, una capa que comprende ITO que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1 y que tiene un espesor de 85-125 nm, y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y que tiene un espesor de 50-90 nm. El segundo recubrimiento de baja emisividad comprende, en orden empezando desde el sustrato: una primera capa de silicio, una primera capa dieléctrica, una segunda capa dieléctrica dividida por una tercera capa dieléctrica para formar una primera y una segunda partes de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la tercera capa dieléctrica óxido de titanio u óxido de estaño, una capa reflectante de infrarrojos (IR) metálica o sustancialmente metálica encima y en contacto directo con la segunda parte de la segunda capa dieléctrica, una capa superior de contacto que comprende un óxido de Ni y/o de Cr directamente encima y en contacto con la capa reflectante de IR, una cuarta capa dieléctrica y una segunda capa con base de silicio.

35 En algunas realizaciones ilustrativas se proporciona un método para fabricar una unidad de vidrio aislante (UVA). Se proporciona un primer sustrato de vidrio. Un primer recubrimiento de baja emisividad se dispone, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio. El primer recubrimiento de baja emisividad comprende una pluralidad de capas peliculares finas que incluyen, en orden empezando desde el 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. Un segundo sustrato de vidrio se proporciona sustancialmente paralelo y separado del primer sustrato de vidrio de manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio está alejada del segundo sustrato de vidrio. El primer sustrato con solo el primer recubrimiento de baja emisividad sobre el mismo tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después del tratamiento térmico. La primera superficie principal del primer sustrato de vidrio corresponde a una superficie interior de la UVA.

45 Además de las características del párrafo anterior, en algunas realizaciones ilustrativas puede disponerse un segundo recubrimiento de baja emisividad, directa o indirectamente, sobre una segunda superficie principal del primer sustrato de vidrio opuesta a la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio. El segundo recubrimiento de baja emisividad puede comprender una pluralidad de capas peliculares finas que incluyen, en orden empezando desde el primer sustrato de vidrio: una primera capa de silicio; una primera capa dieléctrica; una segunda capa dieléctrica dividida por una tercera capa dieléctrica para formar una primera y una segunda partes de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la tercera capa dieléctrica ya sea óxido de titanio u óxido de estaño; una capa reflectante de infrarrojos (IR) metálica o sustancialmente metálica encima y en contacto directo con la segunda parte de la segunda capa dieléctrica; una capa de contacto superior que comprende un óxido de Ni y/o Cr directamente encima y en contacto con la capa reflectante de IR; una cuarta capa dieléctrica; y una segunda capa de silicio.

Además de las características del párrafo anterior, en algunas realizaciones ilustrativas la primera capa dieléctrica puede ser una capa de alto índice de refracción que comprenda un óxido o subóxido de titanio.

60 Además de las características de cualquiera de los dos párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas la tercera y cuarta capas dieléctricas pueden comprender óxido de estaño.

Además de las características del párrafo anterior, en algunas realizaciones ilustrativas la segunda capa dieléctrica puede comprender óxido de cinc.

65

Además de las características del párrafo anterior, en algunas realizaciones ilustrativas la segunda capa puede dividirse de modo que sus partes tengan espesores que no varíen en más de 5 % entre sí.

5 Además de las características de cualquiera de los cinco párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas la primera y segunda capas de silicio pueden comprender, cada una, nitruro de silicio, la primera capa dieléctrica puede comprender óxido de titanio, la segunda capa dieléctrica puede comprender óxido de cinc, la tercera y cuarta capas dieléctricas pueden comprender, cada una, óxido de estaño, y la capa reflectante de IR puede comprender Ag.

10 Además de las características de cualquiera de los seis párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas el primer sustrato puede tratarse térmicamente con el primer y/o segundo recubrimientos de baja emisividad dispuesto sobre el mismo.

15 Además de las características de cualquiera de los siete párrafos anteriores, en algunas realizaciones ilustrativas el segundo recubrimiento de baja emisividad puede tener un coeficiente de ganancia térmica solar suficiente para hacer que el valor U de la UVA sea inferior o igual a 0,30.

20 Aunque la invención se ha descrito en relación con lo que actualmente se considera como la realización más práctica y preferida, debe entenderse que la invención no está limitada a la realización descrita, sino que por el contrario se pretende cubrir varias modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas en el ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un artículo recubierto que comprende un sustrato que soporta un primer y un segundo recubrimiento de baja emisividad sobre superficies principales opuestas del mismo, respectivamente, en donde:
- 5 el primer recubrimiento (3) de baja emisividad comprende, en orden empezando desde el sustrato: una primera capa (9b) que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y que tiene un espesor de 50-90 nm, una capa (5) que comprende ITO que tiene un índice de refracción de 1,7-2,1 y tiene un espesor de 85-125 nm, y
- 10 una segunda capa (9a) que comprende oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción de 1,5-2,1 y tiene un espesor de 50-90 nm; y el segundo recubrimiento de baja emisividad comprende, en orden empezando desde el sustrato:
- 15 una primera capa de silicio, una primera capa dieléctrica, una segunda capa dieléctrica dividida por una tercera capa dieléctrica para formar una primera y una segunda partes de la segunda capa dieléctrica, comprendiendo la tercera capa dieléctrica ya sea óxido de titanio u óxido de estaño, una capa reflectante de infrarrojos (IR) metálica o sustancialmente metálica encima y en contacto directo con la segunda parte de la segunda capa dieléctrica,
- 20 una capa de contacto superior que comprende un óxido de Ni y/o Cr directamente encima y en contacto con la capa reflectante de IR, una cuarta capa dieléctrica, y una segunda capa de silicio.
- 25 2. Una unidad de vidrio aislante (UVA) que comprende:
- 30 primer y segundo sustratos de vidrio sustancialmente paralelos y separados, proporcionando el primer (1) y el segundo (21) sustratos, en orden, de la primera a la cuarta superficies principales de la UVA sustancialmente paralelas, una distancia (22), definiéndose entre el primer y el segundo sustratos; en donde el segundo sustrato es el artículo recubierto según la reivindicación 1, y la cuarta superficie de la UVA soporta el primer recubrimiento (3) de baja emisividad.
- 35 3. La UVA de la reivindicación 2 en donde la primera (9b) y la segunda (9a) capas que comprenden oxinitruro de silicio tienen, cada una, un índice de refracción de 1,7-1,8.
- 40 4. La UVA de cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3 en donde la capa que comprende ITO tiene un índice de refracción de 1,8-1,93.
- 45 5. La UVA de la reivindicación 2 en donde la primera capa que comprende oxinitruro de silicio tiene un índice de refracción de 1,7-1,8.
6. La UVA de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4 en donde la primera (9b) y la segunda (9a) capas que comprenden oxinitruro de silicio tienen índices de refracción y espesores que no varían entre sí en más de 0,1 y 10 nm, respectivamente.
7. La UVA de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5 en donde el segundo sustrato se trata térmicamente con el primer y/o segundo recubrimiento de baja emisividad dispuestos sobre el mismo.
- 50 8. Un método para fabricar una unidad de vidrio aislante (UVA), comprendiendo el método: proporcionar un primer sustrato de vidrio;
- 55 disponer un primer recubrimiento de baja emisividad, directa o indirectamente, sobre una primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, comprendiendo el primer recubrimiento de baja emisividad una pluralidad de capas peliculares finas que incluyen, en orden empezando desde el primer sustrato de vidrio:
- 60 una primera capa que comprende oxinitruro de silicio, una capa que comprende ITO, y una segunda capa que comprende oxinitruro de silicio; y proporcionar un segundo sustrato de vidrio sustancialmente paralelo y separado del primer sustrato de vidrio, de tal manera que la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio está alejada del segundo sustrato de vidrio,
- 65

- 5 en donde el primer sustrato con solo el primer recubrimiento de baja emisividad sobre el mismo tiene una emisividad hemisférica inferior o igual a aproximadamente 0,20 y una resistencia laminar inferior o igual a aproximadamente 20 ohmios/cuadrado después del tratamiento térmico, y donde el método además comprende disponer de un
- 10 segundo recubrimiento de baja emisividad, directa o indirectamente, sobre una segunda superficie principal del primer sustrato de vidrio opuesta a la primera superficie principal del primer sustrato de vidrio, comprendiendo el segundo recubrimiento de baja emisividad una pluralidad de capas peliculares finas que incluyen, en orden empezando desde el primer sustrato de vidrio:
- 15 una primera capa de silicio;  
una primera capa dieléctrica;  
una segunda capa dieléctrica dividida por una tercera capa dieléctrica para formar una primera y una segunda partes de la segunda capa dieléctrica,
- 20 comprendiendo la tercera capa dieléctrica ya sea óxido de titanio u óxido de estaño;  
una capa reflectante de infrarrojos (IR) metálica o sustancialmente metálica encima y en contacto directo con la segunda parte de la segunda capa dieléctrica;
- 25 una capa de contacto superior que comprende un óxido de Ni y/o Cr directamente encima y en contacto con la capa reflectante de IR;  
una cuarta capa dieléctrica; y  
una segunda capa de silicio.
- 30 9. El método de la reivindicación 8 en donde la primera capa dieléctrica es una capa de alto índice de refracción que comprende un óxido o subóxido de titanio.
- 35 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9 en donde la tercera y cuarta capas dieléctricas comprenden óxido de estaño.
- 40 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8-10 en donde la segunda capa dieléctrica comprende óxido de zinc.
- 45 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8-11 en donde la segunda capa se divide de manera que sus partes tengan espesores que no varíen en más de 5 % entre sí.
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8-12 en donde la primera y la segunda capas de silicio comprenden, cada una, nitruro de silicio, la primera capa dieléctrica comprende óxido de titanio, la segunda capa dieléctrica comprende óxido de cinc, la tercera y cuarta capas dieléctricas comprenden, cada una, óxido de estaño, y la capa reflectante de IR comprende Ag.
14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8-13 en donde el primer sustrato se trata térmicamente con el primer y/o segundo recubrimientos de baja emisividad dispuestos sobre el mismo.
15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8-14 en donde el segundo recubrimiento de baja emisividad tiene un coeficiente de ganancia térmica solar suficiente para hacer que el valor U de la UVA sea inferior o igual a 0,30.

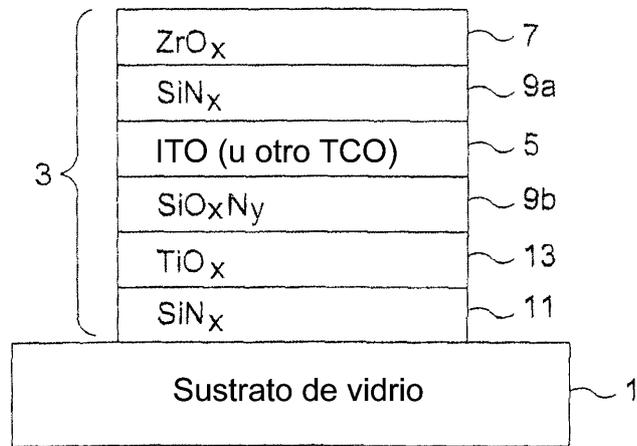


Fig. 1

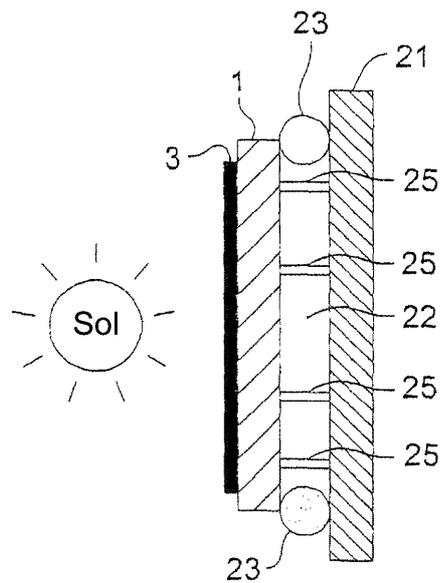


Fig. 2

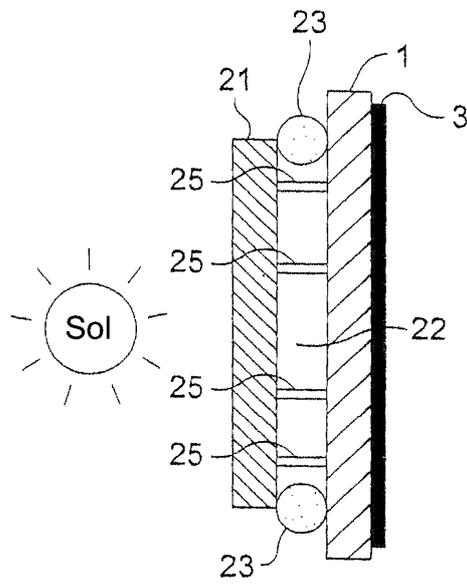


Fig. 3

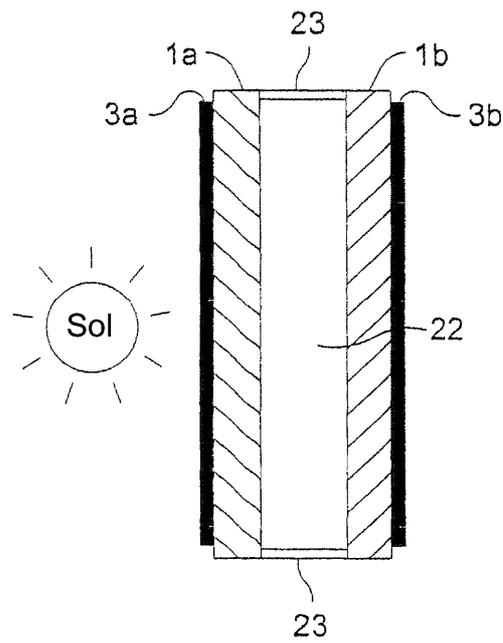
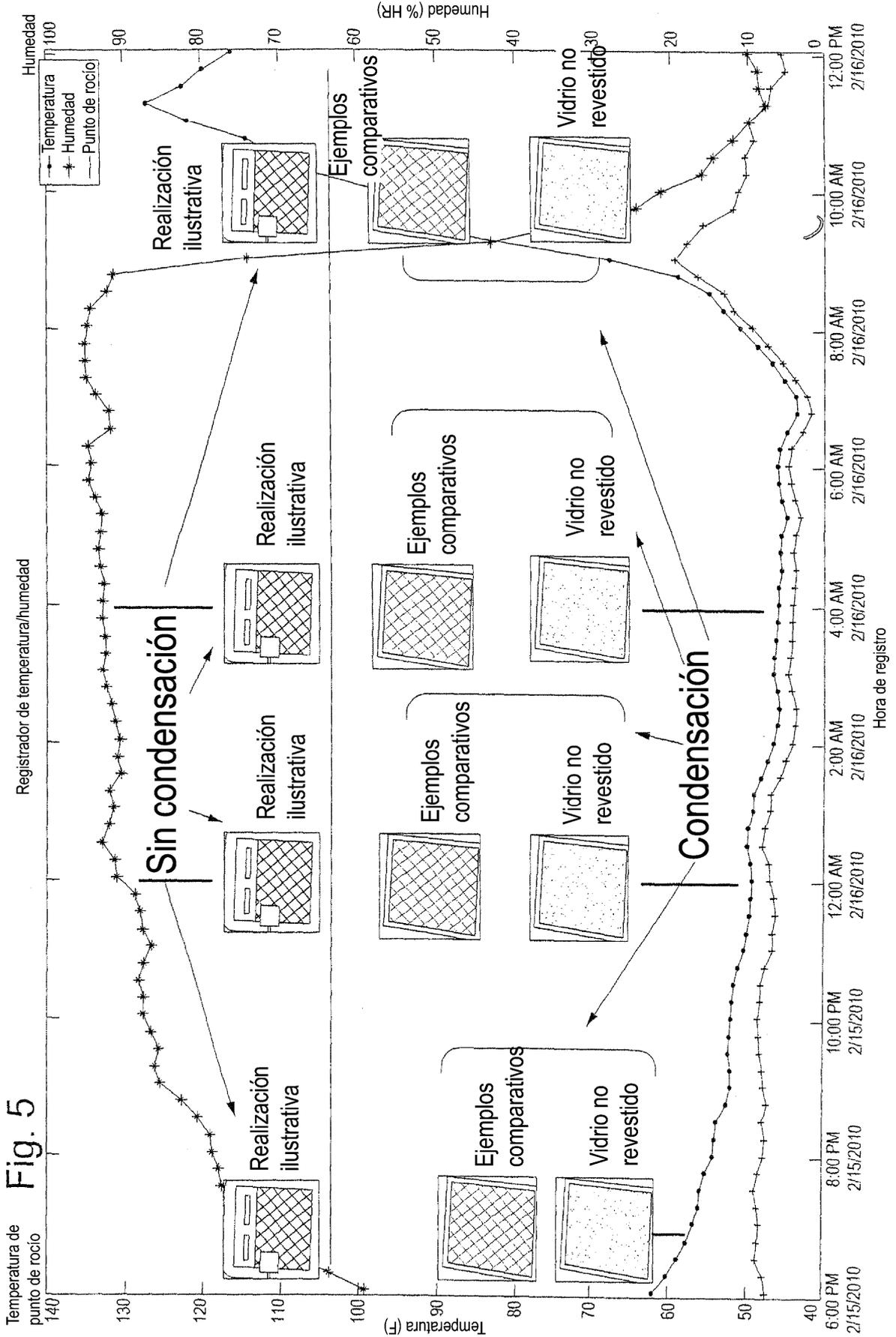


Fig. 4



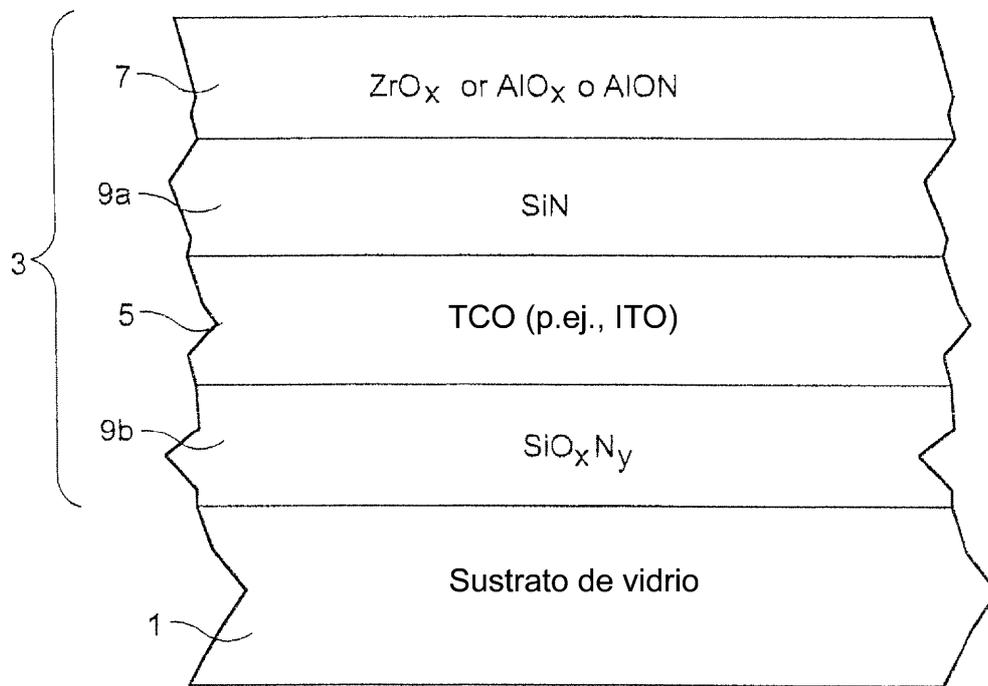


Fig. 6

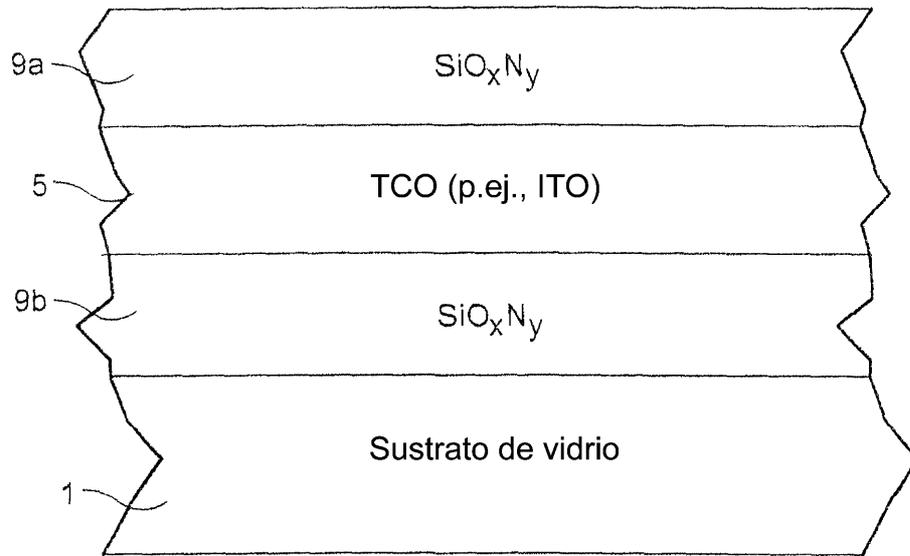


Fig. 7

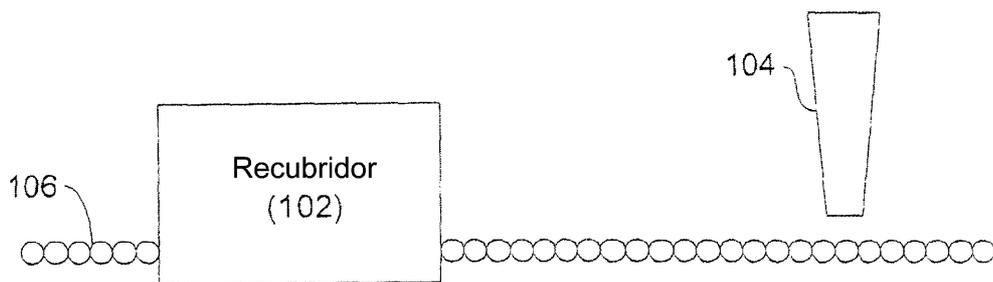


Fig. 8