

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 866 351**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2014** **E 19199253 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.03.2021** **EP 3620442**

54 Título: **Acrilamiento que incluye un sustrato recubierto con una pila que comprende una capa funcional hecha de plata y una subcapa de fijación de tiox gruesa**

30 Prioridad:

15.11.2013 FR 1361189

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

19.10.2021

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
Tour Saint-Gobain, 12 place de l'Iris
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

BROSSARD, SOPHIE

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 866 351 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

- 5 Acristalamiento que incluye un sustrato recubierto con una pila que comprende una capa funcional hecha de plata y una subcapa de fijación de tiox gruesa
- 10 La invención se refiere a un acristalamiento que comprende un sustrato de vidrio transparente recubierto con una pila de capas delgadas que comprenden al menos una capa metálica funcional con base de plata.
- 15 Las capas metálicas funcionales con base de plata (o capas de plata) tienen propiedades ventajosas de conducción eléctrica y de reflexión de la radiación infrarroja (IR), por lo tanto, su uso en acristalamientos de “control solar” se dirige a reducir la cantidad de energía solar que entra y/o en los acristalamientos de baja emisión “baja-e” se dirige a reducir la cantidad de energía disipada hacia el exterior de un edificio o vehículo.
- 20 Estas capas de plata se depositan entre recubrimientos antirreflectantes que generalmente comprenden varias capas dieléctricas que permiten ajustar las propiedades ópticas de la pila. Además, estas capas dieléctricas hacen posible proteger la capa de plata de ataques químicos o mecánicos.
- 25 Las propiedades ópticas y eléctricas de los acristalamientos dependen directamente de la calidad de las capas de plata, tales como su estado cristalino, su homogeneidad y su entorno, tales como la naturaleza y la rugosidad de la superficie de las interfases por encima y por debajo de la capa de plata.
- 30 Para mejorar la calidad de las capas metálicas funcionales con base de plata, es conocido el uso de capas de fijación, cuya función es proteger estas capas de posibles daños relacionados con el depósito de un recubrimiento antirreflectante o relacionado con un tratamiento térmico. Se han propuesto numerosas posibilidades, que varían especialmente en la naturaleza, el número y la posición de dichas capas de fijación.
- 35 Por ejemplo, es posible utilizar una capa de fijación o un recubrimiento de fijación compuesto de varias capas de fijación. Estas capas o recubrimientos de fijación pueden estar ubicados solamente por encima, solamente por debajo, o tanto por arriba como por debajo de la capa funcional.
- 40 La elección de la naturaleza y del espesor de las capas de fijación depende de los materiales que constituyen la capa funcional, de los materiales que constituyen los recubrimientos antirreflectantes situados en contacto con la capa funcional, de los posibles tratamientos térmicos y de las propiedades deseadas.
- 45 La complejidad de las pilas y también la diversidad de los tratamientos y propiedades deseadas hace necesario ajustar las características de la capa de fijación a cada configuración.
- 50 El acristalamiento según la solicitud de patente EP 0 219 273 A2 comprende un sustrato recubierto con una pila que comprende:
- un patrón de material eléctricamente conductor,
 - una capa de óxido de cinc,
 - una capa de dióxido de titanio,
 - una capa metálica,
 - una capa de sacrificio preferiblemente de titanio,
 - una capa de dióxido de titanio,
 - una capa de óxido de cinc,
 - una capa protectora superior que comprende una lámina de plástico y una lámina de vidrio.
- 55 Entre las capas de fijación utilizadas de forma convencional pueden mencionarse las capas de fijación basadas en un metal seleccionado entre niobio Nb, tántalo Ta, titanio Ti, cromo Cr o níquel Ni o basadas en una aleación obtenida a partir de al menos dos de estos metales, en particular en una aleación de níquel y cromo (Ni/Cr).
- 60 Las capas de fijación basadas en una aleación de níquel y cromo permiten reducir la opacidad y mejorar las propiedades mecánicas después del tratamiento térmico, tal como el templado. Sin embargo, la presencia de estas capas degrada la emisividad, la absorción de la pila y la conductividad, fomentando en particular, la dispersión de los electrones. Estas capas también debilitan el efecto ventajoso relacionado con la presencia de una capa de estabilización destinada a fomentar la cristalización de la plata, tal como una capa de óxido de cinc, cuando estas capas de fijación se insertan entre la capa de estabilización y la capa de plata.
- 65 La invención se refiere muy especialmente a un acristalamiento que se tiene que someter a un tratamiento térmico a alta temperatura, tal como un recocido, un flexado y/o un templado. De hecho, los tratamientos térmicos a alta temperatura pueden causar alteraciones en la capa de plata y, en particular, generar defectos. Algunos de estos defectos existen en la forma de orificio o domo.
- Los defectos de tipo “orificio” corresponden al aspecto de regiones desprovistas de plata que tienen una forma circular o dendrítica, es decir, una deshumectación parcial de la capa de plata. La capa de plata, después del

tratamiento térmico, es una capa de plata que comprende orificios de forma circular o dendrítica correspondientes a regiones libres de plata. La capa de plata observada con un microscopio aparece plana. El espesor de esta capa, tomado en las regiones con plata, no varía en gran medida.

5 Los defectos de tipo “domo” corresponden a la presencia de granos de plata “grandes” que producen variaciones en el espesor dentro de la capa de plata, es decir, regiones engrosadas y regiones adelgazadas. La variación en el espesor puede ser puntual, es decir observada únicamente en dichos granos “grandes”. La capa de plata puede tener entonces un espesor homogéneo, salvo en los granos “grandes”. La variación en el espesor puede ser más extensa como resultado de una redistribución de la capa de plata alrededor de dichos granos “grandes”.
10 Estos defectos de tipo “domo” no corresponden a un estado intermedio de los defectos de tipo “orificio”.

La figura 1.a es una imagen en sección tomada con un microscopio de transmisión de un defecto de tipo orificio. La figura 1.b es una imagen tomada con un microscopio electrónico de barrido que localiza mediante la línea blanca la sección de la figura 1.a.

15 La figura 2 es una imagen en sección tomada con un microscopio de transmisión de un defecto de tipo domo.

En estas imágenes, se pueden ver el sustrato de vidrio 1, el recubrimiento antirreflectante 2 que comprende varias capas dieléctricas ubicadas bajo la capa de plata, la capa de plata 3, el recubrimiento antirreflectante 4 ubicado encima de la capa de plata y una capa protectora 5.

Estas imágenes muestran claramente la diferencia entre los defectos de tipo orificio y los defectos de tipo domo.

25 La presencia de defectos genera fenómenos de dispersión de luz que se reflejan visualmente por la aparición de un halo luminoso conocido como “opacidad”, generalmente visible bajo luz intensa. La opacidad corresponde a la cantidad de luz transmitida que se dispersa en ángulos mayores de $2,5^\circ$.

30 La presencia de estos defectos también parece generar una disminución de la conductividad, la resistencia mecánica y el aspecto de los puntos de corrosión. Estos puntos de corrosión frecuentemente son visibles incluso con luz normal.

35 Las razones y mecanismos para la formación de estos defectos aún son poco comprendidos. La aparición de defectos de tipo orificio o domo parece depender en gran medida de la naturaleza de las capas dieléctricas que constituyen los recubrimientos antirreflectantes ubicados por encima y por debajo de la capa de plata. La presencia de ciertos materiales dieléctricos en la pila, en particular ciertos óxidos, aumenta la formación de ciertos defectos (orificios o domos).

40 El solicitante ha descubierto que la presencia de una capa dieléctrica basada en óxido de titanio (TiO_2), sobre óxido de niobio (Nb_2O_5) o en óxido de estaño (SnO_2) en recubrimientos antirreflectantes fomenta la formación de defectos de tipo orificio durante un tratamiento térmico a alta temperatura. De hecho, estos materiales son materiales ópticamente ventajosos, en particular el dióxido de titanio debido a su elevado índice de refracción. Se conoce, por ejemplo, de las solicitudes EP 678 484 y EP 2 406 197, que una o más capas dieléctricas que tienen un índice de refracción alto, colocada entre el sustrato y la capa metálica funcional, pueden hacer que sea posible convertir la capa metálica funcional en antirreflectante. Una solución dirigida a no usar este tipo de material de alto índice en recubrimientos antirreflectantes no es satisfactoria.

45 El solicitante ha descubierto que la presencia de una capa dieléctrica basada en óxido de estaño y cinc (SnZnO) en recubrimientos antirreflectantes fomenta la formación de defectos de tipo domo.

50 Finalmente, el solicitante ha descubierto que la presencia de una capa dieléctrica basada en nitruro de silicio opcionalmente dopada con aluminio genera una menor cantidad de defectos de tipo orificio o de tipo domo.

55 La solicitud WO 2007/054656 describe un acristalamiento que comprende un sustrato transparente recubierto con una pila de capas delgadas que comprende una capa metálica funcional con base de plata y una capa de fijación basada en óxido de titanio. La capa de fijación tiene un espesor preferiblemente de entre 0,5 y 2 nm. Los recubrimientos antirreflectantes están compuestos por capas dieléctricas basadas en nitruro de silicio y óxido de cinc. Estas capas dieléctricas no muestran tendencia a formar defectos de tipo orificio o domo en la capa funcional con base de plata después de un tratamiento térmico.

60 El objetivo de la invención es desarrollar un acristalamiento que comprende un sustrato recubierto con una pila que comprende al menos una capa funcional con base de plata y al menos un recubrimiento antirreflectante que comprende una capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio en la capa funcional con base de plata. El acristalamiento debe poderse someter a tratamientos térmicos de alta temperatura de tipo flexión, templado o recocido mientras retiene su calidad óptica, su resistencia mecánica y su resistencia a la corrosión, a pesar de la presencia de la capa que puede generar orificios. Estas propiedades ventajosas también se deben obtener sin modificar el resto de propiedades esperadas para las pilas que comprenden una capa de plata, por ejemplo, sin modificar significativamente la absorción, la emisividad y la resistividad.

Un objeto de la invención es un acristalamiento que comprende un sustrato de vidrio transparente recubierto con una pila de capas delgadas que comprende al menos una capa metálica funcional con base de plata y al menos dos recubrimientos antirreflectantes, comprendiendo cada recubrimiento antirreflectante al menos una capa dieléctrica, de manera que cada capa metálica funcional está colocada entre dos recubrimientos antirreflectantes, caracterizado por que la pila comprende al menos un recubrimiento antirreflectante que comprende una capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio y al menos una capa de fijación basada en óxido de titanio que tiene un espesor mayor de 1 nm, preferiblemente mayor de 2 nm, estando la capa de fijación ubicada entre el recubrimiento antirreflectante que comprende una capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio y una capa metálica funcional con base de plata e inmediatamente en contacto con la capa metálica funcional con base de plata.

El uso de una capa de fijación, preferiblemente una capa de fijación gruesa, basada en óxido de titanio en contacto con la capa metálica funcional con base de plata permite evitar significativamente la deshumectación y la aparición de defectos del tipo orificio dendrítico en la capa de plata cuando el sustrato recubierto con la pila se somete a un tratamiento térmico de tipo templado.

La solución de la invención es muy adecuada especialmente en el caso de un acristalamiento, cuyo recubrimiento antirreflectante, que comprende una capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio, está situado bajo una capa metálica funcional con base de plata.

La invención también permite obtener rendimientos superiores, en particular una disminución en la opacidad, en la absorción en la región visible, y emisividad, así como una disminución en la presentación de arañazos después de un tratamiento térmico. Estos resultados ventajosos se observan especialmente mediante una comparación con los obtenidos con pilas que comprenden una capa de fijación de diferente naturaleza, por ejemplo basadas en la aleación de NiCr, o con pilas que no comprenden una capa de fijación.

A menos que se mencione otra cosa, los espesores citados en el presente documento son espesores físicos. Se entiende que capa delgada significa una capa que tiene un espesor de entre 0,1 nm y 100 micrómetros.

Según la invención, un sustrato transparente recubierto con una pila de capas delgadas significa que la pila se ha depositado sobre el sustrato mediante pulverización catódica.

Según la invención, la capa metálica funcional con base de plata está directamente en contacto con una capa de fijación. Una subcapa de fijación corresponde a una capa de fijación colocada bajo una capa funcional, cuya posición se define con respecto al sustrato. Una capa de fijación colocada sobre la capa funcional en el lado opuesto del sustrato se conoce como cubierta de fijación.

Las capas dieléctricas que pueden generar defectos de tipo orificio se pueden identificar mediante un análisis con microscopio óptico o con microscopio electrónico de barrido. Para ello, una capa dieléctrica se deposita sobre un sustrato en contacto con o cerca de una capa de plata. La unidad se somete a un tratamiento térmico. La observación de las imágenes permite identificar si se generan defectos, y cuando corresponda, si estos defectos son de tipo orificio o de tipo domo.

Las capas dieléctricas seleccionadas a partir de capas basadas en óxido de titanio (TiO₂), en óxido de niobio (Nb₂O₅) y en óxido de estaño (SnO₂) pueden generar defectos de tipo orificio.

Una capa basada en óxido de titanio (TiO₂) comprende al menos 95,0 %, preferiblemente al menos 96,5 % y aún mejor al menos 98,0 % en peso de óxido de titanio.

Una capa basada en óxido de niobio (Nb₂O₅) comprende al menos 95,0 %, preferiblemente al menos 96,5 % y aún mejor al menos 98,0 % en peso de óxido de niobio.

Una capa basada en óxido de estaño (SnO₂) comprende al menos 95,0 %, preferiblemente al menos 96,5 % y aún mejor al menos 98,0 % en peso de óxido de estaño.

La capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio no se une con la capa de fijación, es decir que la capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio y la capa de fijación son dos capas separadas. Cuando la capa que puede generar defectos de tipo orificio es una capa de TiO₂, esta capa está separada de la capa de fijación por al menos una capa de diferente naturaleza.

Las capas dieléctricas que pueden generar defectos tipo orificio tienen un espesor mayor de 5 nm, preferiblemente de entre 8 y 20 nm.

La solución proporcionada según la invención es adecuada cuando la capa dieléctrica que puede generar orificios está suficientemente cerca de la capa funcional con base de plata para inducir dichos defectos. Esto se debe a que, en el caso de una pila compleja que comprende recubrimientos antirreflectantes con una cierta cantidad de

capas dieléctricas, cuando la capa que puede generar defectos de tipo orificio está separada de la capa funcional con base de plata por un gran espesor de una o más capas que no pueden generar defectos o que pueden generar defectos de tipo domo, la capacidad de generar defectos de tipo orificio se reduce, de hecho, incluso desaparece.

5 La capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio del el recubrimiento antirreflectante está separada de la capa funcional por una o más capas, siendo el espesor de todas las capas intercaladas entre la capa que puede generar defectos de tipo orificio y la capa funcional como máximo de 20 nm, preferiblemente como máximo de 15 nm.

10 Según una realización ventajosa, el recubrimiento antirreflectante ubicado bajo la capa metálica funcional con base de plata comprende al menos una capa dieléctrica que tiene una función de estabilización inmediatamente en contacto con la capa de fijación. La capa dieléctrica que tiene una función de estabilización puede estar basada en óxido cristalino, en particular, basada en óxido de cinc, opcionalmente dopado utilizando al menos otro elemento, tal como aluminio. La presencia de esta capa de estabilización, en particular ubicada bajo la capa de plata, contribuye en gran medida a los buenos rendimientos en términos de conductividad y de resistencia mecánica.

15 En contra de lo esperado, se observa un efecto sinérgico en la reducción de los valores de opacidad obtenidos después del tratamiento térmico, relacionados con la presencia conjunta, según esta secuencia, de la capa de estabilización y de la capa de fijación. La presencia de una capa de estabilización ubicada bajo la capa de plata es un factor esencial para reducir la opacidad. Por lo tanto, es absolutamente imprevisible que una capa de fijación gruesa depositada entre la capa de estabilización y la capa funcional produzca una reducción en la opacidad. Por el contrario, se habría esperado que la presencia de dicha capa debilitara, de hecho, incluso anulara, la acción de la capa de estabilización.

20 La capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio del recubrimiento antirreflectante está por lo tanto generalmente separada de la capa funcional por al menos la capa de fijación y la capa de estabilización del recubrimiento antirreflectante.

30 La capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio del recubrimiento antirreflectante está separada de la capa funcional por una o más capas, siendo el espesor de todas las capas intercaladas entre la capa que puede generar defectos de tipo orificio y la capa funcional al menos de 6 nm, preferiblemente al menos de 7,5 nm.

35 Un acristalamiento según la invención tiene una menor absorción, antes y después de un tratamiento térmico de tipo templado, que la de un acristalamiento que comprende un sustrato recubierto con una pila con una subcapa de fijación de tipo NiCr.

40 Después del tratamiento térmico, los acristalamientos según la invención presentan una disminución significativa de su emisividad. Los valores de emisividad son inferiores a los de un acristalamiento que comprende un sustrato recubierto con una pila con una subcapa de fijación basada en NiCr. Más sorprendentemente, los valores de emisividad son también menores que los de un acristalamiento que comprende un sustrato recubierto con una pila sin una subcapa de fijación.

45 Las pruebas han mostrado que la mejora en términos de opacidad facilitada por el uso de una capa de fijación aumenta con el espesor de la capa de fijación. Estas pruebas han consistido en evaluar la opacidad en función del espesor de la capa de óxido de titanio después del tratamiento térmico en condiciones que simulan las de un templado. Los valores de opacidad disminuyen cuando aumenta el espesor de la capa de fijación. Sin embargo, el óxido de titanio está preferiblemente algo suboxidado y, por lo tanto es absorbente. Por consiguiente, se debe encontrar un compromiso entre la reducción de la opacidad y el aumento de la absorción y de la resistividad, por ejemplo, seleccionando un espesor adecuado. La capa de fijación basada en óxido de titanio tiene un espesor mayor de 2,5 nm, preferiblemente de entre 2,5 y 50 4,5 nm.

La capa de fijación puede estar completamente oxidada en la forma de TiO_2 o parcialmente suboxidada. Por lo tanto, cuando está parcialmente suboxidada, no se deposita en la forma estequiométrica, sino en una forma subestequiométrica, del tipo TiO_x , donde x es un número diferente a la estequiometría del óxido de titanio TiO_2 , es decir, diferente de 2 y, preferiblemente, menor que 2, en particular de entre 0,75 veces y 0,99 la estequiometría normal del óxido. En particular, el TiO_x puede ser tal que $1,5 < x < 1,98$ o $1,5 < x < 1,7$, incluso $1,7 < x < 1,95$.

60 La capa de fijación se deposita desde un objetivo de TiO_x cerámico con x entre 1,5 y 2, preferiblemente en una atmósfera no oxidante (es decir, sin la introducción deliberada de oxígeno) compuesta preferiblemente de uno o varios gases nobles (He, Ne, Xe, Ar, Kr). Esto permite evitar los problemas de corrosión y de la contaminación de la capa de plata.

65 A lo largo de la descripción, el sustrato según la invención se considera tendido horizontalmente. La pila de capas delgadas se deposita encima del sustrato. El significado de las expresiones “encima” y “debajo” e “inferior” y “superior” ha de considerarse con respecto a esta orientación. A menos que se estipulen específicamente, las

expresiones “encima” y “debajo” no significan necesariamente que dos capas y/o recubrimientos estén colocados en contacto entre sí. Cuando se especifica que una capa se deposita “en contacto” con otra capa o con un recubrimiento, esto significa que no puede haber una (o más) capa(s) insertada(s) entre estas dos capas (o capa y recubrimiento).

5 Según una realización ventajosa, la pila puede comprender:
 - un recubrimiento antirreflectante que comprende al menos dos capas dieléctricas, que incluye una capa dieléctrica basada en óxido de titanio y una capa dieléctrica diferente de una capa basada en óxido de titanio que separa la capa dieléctrica basada en óxido de titanio de una capa metálica funcional con base de plata,
 10 - una capa de fijación basada en óxido de titanio que tiene un espesor de al menos 2 nm, preferiblemente de al menos 2,5 nm,
 - una capa metálica funcional con base de plata ubicada inmediatamente en contacto con la capa de fijación basada en óxido de titanio.

15 Según esta realización, la pila puede comprender:
 - un recubrimiento antirreflectante ubicado bajo la capa metálica funcional con base de plata que comprende al menos una capa dieléctrica basada en óxido de titanio y una capa dieléctrica que tiene una función de estabilización basada en óxido de cinc que separa la capa dieléctrica basada en óxido de titanio de la capa metálica funcional con base de plata,
 20 - una capa de fijación basada en óxido de titanio que tiene un espesor de al menos 2 nm, ubicada inmediatamente en contacto con la capa dieléctrica que tiene una función de estabilización basada en óxido de cinc,
 - una capa metálica funcional con base de plata ubicada inmediatamente en contacto con la capa de fijación basada en óxido de titanio,
 - opcionalmente una cubierta de fijación,
 25 - un recubrimiento antirreflectante ubicado encima de la capa metálica funcional con base de plata,
 - opcionalmente, una capa protectora superior.

El espesor de las capas funcionales basadas en plata es, en orden creciente de preferencia, de 5 a 20 nm, de 8 a 15 nm.

30 La capa de metal funcional basada en plata comprende al menos el 95,0 %, preferiblemente al menos el 96,5 % y, mejor aún, al menos el 98,0 % en peso de plata, con respecto al peso de la capa funcional. Preferiblemente, la capa de metal funcional basada en plata comprende menos del 1,0 % en peso de metales distintos de la plata, con respecto al peso de la capa de metal funcional basada en plata.

35 Las capas dieléctricas de los recubrimientos antirreflectantes se pueden seleccionar de óxidos o nitruros de uno o más elementos seleccionados entre titanio, silicio, aluminio, estaño y cinc.

Los recubrimientos antirreflectantes pueden comprender capas dieléctricas que tengan una función de barrera y/o capas dieléctricas que tengan una función de estabilización.

40 Se entiende que las capas dieléctricas que tienen una función de barrera significan una capa fabricada de un material capaz de formar una barrera a la difusión de oxígeno y agua a altas temperaturas, que se origina a partir de la atmósfera ambiente o a partir del sustrato transparente, hacia la capa funcional. Las capas dieléctricas que tienen una función de barrera pueden basarse en compuestos de silicio seleccionados de óxidos, tales como
 45 SiO₂, nitruros de silicio Si₃N₄ y oxinitruros SiO_xN_y, opcionalmente dopados utilizando al menos otro elemento, tal como aluminio, basados en nitruros de aluminio AlN o basados en óxido de estaño y cinc.

Se entiende que las capas dieléctricas que tienen una función estabilizante significan una capa hecha de un material capaz de estabilizar la interfase entre la capa funcional y esta capa. Las capas dieléctricas que tienen una función estabilizante se basan preferiblemente en óxido cristalino, en particular, en óxido de cinc, opcionalmente dopado utilizando al menos otro elemento, tal como aluminio. La capa o capas dieléctricas que tienen una función estabilizante son preferiblemente capas de óxido de cinc.

50 La capa final de cada recubrimiento antirreflectante ubicado bajo una capa funcional es una capa dieléctrica que tiene una función de estabilización. Esto se debe a que es ventajoso tener una capa que tenga una función de estabilización, por ejemplo, basada en óxido de cinc, bajo una capa funcional, ya que facilita la adhesión y la cristalización de la capa funcional basada en plata y aumenta su calidad y su estabilidad a alta temperatura. También es ventajoso tener una capa que tenga una función de estabilización, por ejemplo, basada en óxido de cinc, encima de una capa funcional.

60 La capa o capas dieléctricas que tienen una función de estabilización pueden, por lo tanto, encontrarse encima y/o debajo de al menos una capa funcional o de cada capa funcional, ya sea directamente en contacto con ella o separada por una capa de fijación. Preferiblemente, cada capa metálica funcional está encima de un recubrimiento antirreflectante, cuya capa superior es una capa dieléctrica que tiene una función de estabilización, preferiblemente basada en óxido de cinc, y/o bajo un recubrimiento antirreflectante, cuya capa inferior es una
 65 capa dieléctrica que tiene una función de estabilización, preferiblemente basada en óxido de cinc.

Esta capa dieléctrica que tiene una función de estabilización puede tener un espesor de al menos 5 nm, en particular un espesor de entre 5 y 25 nm y aún mejor de 8 a 15 nm.

- 5 Una realización especialmente ventajosa se refiere a un acristalamiento que comprende un sustrato recubierto con una pila que comprende, partiendo del sustrato transparente:
- un recubrimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica que tiene una función de barrera y al menos una capa dieléctrica que tiene una función de estabilización,
 - una capa de fijación,
 - 10 - una capa funcional,
 - un recubrimiento antirreflectante que comprende al menos una capa dieléctrica que tiene una función de estabilización y una capa dieléctrica que tiene una función de barrera.

15 La pila puede comprender una capa protectora superior depositada como la capa final de la pila, en particular para transmitir propiedades de resistencia a arañazos. Estas capas protectoras superiores no se consideran incluidas en un recubrimiento antirreflectante. Estas capas protectoras superiores están separadas de las capas funcionales al menos por un recubrimiento antirreflectante, cuyo espesor es generalmente mayor de 20 nm. Estas capas generalmente son ultradelgadas y tienen en particular un espesor de entre 2 y 5 nm.

20 El sustrato puede estar hecho de cualquier material que pueda soportar las altas temperaturas del tratamiento térmico. Los sustratos transparentes según la invención se elaboran de vidrio, en particular, vidrio de sosa-cal-sílice. El espesor del sustrato varía de forma general entre 0,5 mm y 19 mm. El espesor del sustrato es preferiblemente inferior que o igual a 6 mm, de hecho, incluso 4 mm.

25 El acristalamiento que comprende el sustrato recubierto con la pila puede haberse sometido a un tratamiento térmico a alta temperatura. Los tratamientos térmicos se seleccionan de un recocido, por ejemplo un recocido ultrarrápido, tal como un recocido por láser o llama, un templado y/o una flexión. La temperatura del tratamiento térmico es mayor de 300 °C, preferiblemente mayor de 400 °C y aún mejor mayor de 500 °C.

30 El sustrato recubierto con la pila puede ser un vidrio doblado y/o templado. El acristalamiento puede estar en forma de un acristalamiento monolítico, un acristalamiento estratificado, un acristalamiento asimétrico o un acristalamiento múltiple, en particular, un acristalamiento doble o un acristalamiento triple.

35 El acristalamiento según la invención puede ser un acristalamiento estratificado. En este caso, el sustrato comprende al menos dos sustratos rígidos del tipo de vidrio ensamblado por al menos una lámina de polímero termoplástico, para tener una estructura del tipo vidrio/pila de capas/una o varias láminas delgadas/vidrio. El polímero puede estar basado en particular en polivinil butiral PVB, acetato de vinilileno EVA, tereftalato de polietileno PET o cloruro de polivinilo PVC. En una estructura estratificada, el sustrato recubierto con la pila puede estar en contacto con la lámina polimérica.

40 La invención también se refiere a un método para la fabricación del sustrato como se ha definido anteriormente. Según este método, la pila de capas delgadas se deposita sobre el sustrato mediante una técnica de vacío del tipo pulverización catódica, de forma opcional asistida por un campo magnético, y la capa de fijación se deposita desde un objetivo cerámico, en una atmósfera no oxidante.

45 Ejemplos

Se depositan pilas de capas delgadas definidas a continuación sobre sustratos fabricados de vidrio de sosa-cal transparente con un espesor de 2 o 4 mm.

50 Para estos ejemplos, las condiciones de la deposición de las capas depositadas mediante pulverización (pulverización "catódica de magnetron") se resumen en la tabla 1 que sigue.

55 Las capas de óxido de titanio depositadas como capa dieléctrica del recubrimiento antirreflectante o como capa de fijación pueden estar completa o parcialmente oxidadas. Para ello, se usa un objetivo cerámico de TiOx subestequiométrico y el depósito se lleva a cabo en una atmósfera oxidante, para obtener una capa de TiO2 completamente oxidada o en una atmósfera inerte, para obtener una capa subestequiométrica.

60 Para determinados ejemplos, el espesor de las capas se varía modificando la potencia de deposición.

Tabla 1	Objetivos utilizados	Presión de deposición (mbar)	Gases	Índice 550 nm
Si ₃ N ₄	Si:Al (92:8 % en peso)	1,5 . 10 ⁻³	Ar 47 % - N ₂ 53 %	2,00
ZnO	Zn:Al (98:2 % en peso)	1,5 . 10 ⁻³	Ar 91 % - O ₂ 9 %	2,04
NiCr	NiCr (80-20 % en at)	8 . 10 ⁻³	Ar al 100 %	-

ES 2 866 351 T3

Ag	Ag	$8 \cdot 10^{-3}$	Ar al 100 %	-
TiOx	TiOx	$1,5 \cdot 10^{-3}$	Ar al 100 %	2,5 a 3,5
TiO2	TiOx	$1,5 \cdot 10^{-3}$	Ar 88 % - O ₂ 12 %	2,32
SnZnO	SnZn	$1,5 \cdot 10^{-3}$	Ar 43 % - O ₂ 57 %	2,09

At. = atómico

Las tablas siguientes relacionan los materiales y los espesores físicos en nanómetros (salvo que se indique lo contrario) de cada capa o recubrimiento que constituyen las pilas de los ejemplos comparativos y de los ejemplos según la invención en función de sus posiciones con respecto al sustrato que lleva la pila.

5

Acristalamiento	Capas	Cp.1	Cp.1'	Cp.2	Cp.3	Cp.3'	Cp.4	Cp.5	Cp.6
Capa protectora	TiO ₂	2	2	2	2	2	2	2	2
Recubrimiento antirreflectante AR2	Si ₃ N ₄	50	50	50	50	50	50	50	50
	ZnO	5	5	5	5	5	5	5	5
Capa de fijación BO	NiCr	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Capa funcional	Ag	11,5	11,5	10	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Capa de fijación BU	NiCr	-	0,5	-	-	0,5	-	-	-
Recubrimiento antirreflectante AR1	ZnO	5	5	5	5	5	5	5	5
	Si ₃ N ₄	-	-	-	-	-	-	30	10
	TiO ₂	-	-	-	20	20	20	20	20
	Si ₃ N ₄	25	25	-	25	25	-	-	25
	SnZnO _x	-	-	30	-	-	-	-	-
Sustrato (mm)	Vidrio	4	4	4	4	4	4	4	4
Figura	-	4	5	6	7	8	-	-	-

Acristalamiento	Capas	Ej.1	Ej.2	Ej.3	Ej.4	Ej.5
Capa protectora	TiO ₂	2	2	2	2	2
Recubrimiento antirreflectante AR2	Si ₃ N ₄	50	50	50	50	44
	ZnO	5	5	5	5	5
Capa de fijación BO	NiCr	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Capa funcional	Ag	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Capa de fijación BU	TiO _x	1,5	3	6	-	3
	TiO ₂	-	-	-	2	-
Recubrimiento antirreflectante AR1	ZnO	5	5	5	5	5
	TiO ₂	20	20	20	20	20
	Si ₃ N ₄	25	25	25	25	18
	SnZnO _x	-	-	-	-	-
Sustrato (mm)	Vidrio	4	4	4	4	4

Acristalamientos	Capas	A	B	C
Capa protectora	TiO ₂	2	2	2
Recubrimiento antirreflectante AR2	Si ₃ N ₄	40	40	40
	ZnO	5	5	5
Capa de fijación OB1	NiCr	1	1	1
Capa funcional	Ag	10	10	10
Capa de fijación BU	TiO _x	-	4	4
	TiO ₂	-	-	-
Recubrimiento antirreflectante AR1	ZnO	5	-	5
	Si ₃ N ₄	-	-	-
	TiO ₂	10	10	10
	Si ₃ N ₄	25	25	25
Sustrato (mm)	Vidrio	4	4	4

10 Los acristalamientos A, B y C se sometieron a un tratamiento térmico en un horno Naber que simuló un templado con un recocido a 620 °C durante 10 minutos.

El resto de sustratos recubiertos con las pilas se sometieron a un tratamiento térmico en un horno de templado.

I. Observaciones al microscopio

5 La morfología de las capas se analiza con el microscopio óptico y el microscopio electrónico de barrido. Estas pruebas demuestran los diferentes defectos generados en función de la naturaleza de las capas dieléctricas del recubrimiento antirreflectante bajo la capa de plata.

10 La presencia de defectos después del tratamiento térmico se puede cuantificar al medir la proporción de área de superficie que comprende defectos en los acristalamientos térmicamente tratados. La medición consiste en determinar el porcentaje de área de superficie ocupada por los orificios.

15 La figura 3 es una imagen tomada con un microscopio óptico de un sustrato recubierto con una pila que comprende una capa de plata que no se ha sometido a un tratamiento térmico. No se pueden observar defectos. El resto de imágenes se tomaron después de un tratamiento térmico. Las imágenes tomadas con un microscopio óptico de los diferentes acristalamientos y también el área ocupada por dichos defectos se resumen en la siguiente tabla.

Figura	Acristalamiento	Área de los defectos del tipo orificio
Figura 4	Cp1	0,04 %
Figura 5	Cp1'	0,02 %
Figura 6	Cp2	-
Figura 7	Cp3	8,03 %
Figura 8	Cp3'	2,90 %
Figura 9	Ej.2	1,57 %

20 Las figuras 4 y 5 ilustran dos acristalamientos que no comprenden capas que pueden generar defectos de tipo domo o de tipo orificio según la invención sin la subcapa de bloqueo de NiCr (figura 4) y con la subcapa de bloqueo de NiCr (figura 5). En estas imágenes se observa que hay pocos defectos de tipo orificio o domo después del tratamiento térmico.

25 La figura 6 es una imagen de un acristalamiento que comprende una pila que comprende una capa que puede generar defectos de tipo domo. El acristalamiento de la figura 6 difiere del acristalamiento de la figura 4 únicamente por la presencia de una capa de óxido de estaño y cinc en lugar de la capa de nitruro de silicio en el recubrimiento antirreflectante situado bajo la capa funcional con base de plata. La imagen de la figura 6 no comprende manchas de forma dendrítica características de los defectos de tipo orificio.

30 Las figuras 7 y 8 son imágenes de un acristalamiento que comprende una pila que comprende una capa que puede generar defectos de tipo orificio sin subcapa de bloqueo (figura 7) y con una subcapa de bloqueo de NiCr (figura 8). Las manchas negras de forma dendrítica corresponden a las regiones libres de plata, es decir, a los defectos de tipo orificio obtenidos después del templado.

35 Los acristalamientos Cp.3 y Cp.3' ilustrados en las Figuras 7 y 8 difieren de los acristalamientos Cp.1 y Cp.1' por la presencia de una capa de óxido de titanio de 10 nm entre la capa que tiene una función de estabilización de óxido de cinc y la capa de barrera de nitruro de silicio en el recubrimiento antirreflectante situado bajo la capa funcional con base de plata. El acristalamiento comparativo Cp.3 no comprende una subcapa de fijación y el acristalamiento comparativo Cp.3' comprende una subcapa de fijación basada en NiCr. Estos ejemplos comparativos muestran claramente que la naturaleza de la capa dieléctrica del recubrimiento antirreflectante influye en la presencia y el tipo de defectos generados en las capas de plata.

45 La figura 9 es una imagen de un acristalamiento según la invención que comprende una pila que comprende una capa que puede generar defectos de tipo orificio con una subcapa de bloqueo de TiOx. La solución de la invención no lleva a la desaparición completa de los defectos de tipo orificio generados después de un tratamiento térmico cuando la pila comprende una capa que puede generar defectos de tipo orificio. Sin embargo, su disminución es significativa, particularmente, con una proporción de área de superficie que comprende defectos de menos del 2 %.

50 II. Reflejo difuso y evaluación de la disminución en el número de defectos

La opacidad se evaluó por medición del reflejo difuso visible medio con un espectrómetro Perkin-Elmer L900. La medición consiste en tomar la media de la parte difusa de la reflexión en la región visible, excluyendo la reflexión especular de la medición y restando la línea base tomada con respecto a una muestra de referencia sin opacidad.
55 Se expresa como porcentaje con respecto a un reflejo total medido en relación a un espejo de referencia. Los resultados obtenidos se indican en la siguiente tabla.

Existe una correlación entre el porcentaje de área de superficie ocupada por los orificios y el nivel de opacidad.

Para poder evaluar la disminución en el número de defectos, se calculó el Δ defectos/ref (Cp.3), correspondiente a la variación en el número de defectos con respecto al acristalamiento comparativo que comprende una pila sin una subcapa de fijación (Cp.3) tomada como referencia. También se calculó el Δ defectos/Cp.3', correspondiente a la variación en el número de defectos con respecto al acristalamiento comparativo que comprende una pila con una subcapa de fijación de NiCr (Cp.3').

Estos valores y los valores de la reflexión difusa y el área como porcentaje de defectos se resumen en la siguiente tabla.

Acristalamiento	Área de los defectos	Reflexión difusa	Δ defectos/Ref (Cp.3)	Δ defectos/Cp.3'
Cp.1	0,04 %	0,04 %	-	-
Cp.1'	0,02 %	0,06 %	-	-
Cp. 3	8,03 %	2,21 %	-	-
Cp. 3'	2,90 %	0,26 %	- 65 %	-
Cp. 4	≈ 4,3 %	1,66 %	-	-
Cp. 5	≈ 0,3 %	0,11 %	-	-
Cp. 6	≈ 0,2 %	0,03 %	-	-
Ej. 1	≈ 1,8 %	0,68 %	- 77 %	- 38 %
Ej. 2	1,57 %	0,43 %	-81 %	- 46 %
Ej. 3	≈ 0,8 %	0,17 %	- 89 %	- 72 %
Ej. 4	≈ 1,8 %	0,36 %	- 77 %	- 38 %
Ej. 5	≈ 1,2 %	0,35 %	- 85 %	- 59 %

Estos ejemplos confirman que los acristalamientos que comprenden pilas sin un recubrimiento antirreflectante que comprende capas que pueden generar orificios comprenden pocos defectos después del tratamiento térmico y una baja opacidad (Cp.1 y Cp.1').

Los acristalamientos según la invención que comprenden una subcapa de fijación basada en óxido de titanio comprenden menos defectos después del tratamiento térmico y una opacidad inferior. Cuanto mayor es el espesor de la subcapa de fijación, mayor será la mejora en estas propiedades, la ausencia de defectos y la disminución en la opacidad. Estos resultados ilustran la mejora significativa en términos de disminución de la opacidad aportada por la solución de la invención.

Estas comparaciones también demuestran que una subcapa de fijación gruesa de óxido de titanio permite reducir el número de defectos de tipo orificio después de un tratamiento térmico más eficazmente que una subcapa basada en una aleación de NiCr, cuando la pila comprende un recubrimiento antirreflectante que comprende una capa que puede generar orificios.

Los acristalamientos comparativos Cp.4, Cp.5 y Cp.6 comprenden pilas complejas que comprenden recubrimientos antirreflectantes que varían en particular en la posición dentro del recubrimiento antirreflectante de la capa que puede generar defectos de orificio. Se ha descubierto que la capacidad para generar defectos de tipo orificio se reduce, de hecho incluso desaparece, cuando la capa que puede generar orificios está suficientemente separada de la capa de plata por un espesor significativo de una o más capas menos capaces de generar defectos, tales como capas de Si_3N_4 (Cp.5 y Cp.6).

La solución propuesta según la invención es más especialmente adecuada cuando la capa dieléctrica que puede generar orificios está suficientemente cerca de la capa funcional con base de plata para inducir dichos defectos.

III. Propiedades ópticas

Se midieron las características ópticas de los acristalamientos dobles que tienen la estructura: vidrio de 6 mm/espacio insertado de 16 mm lleno con 90 % de argón/vidrio de 4 mm, estando colocada la pila en la cara 2 (siendo la cara 1 del acristalamiento la cara más externa del acristalamiento, como es normal).

Los valores de emisividad en porcentaje (ϵ), calculados según la norma EN 12898, y también los valores de absorción (Abs) y los valores del factor solar (g), medidos según la norma EN 410, antes y después del templado, se combinan en la tabla siguiente.

	Antes del templado			Después del templado		
	ϵ	Abs	g	ϵ	Abs	g
Cp. 3	5,6 %	7,6 %	63,5 %	5,1 %	6,8 %	60,2 %

Cp. 3'	6,7 %	9,3 %	63,1 %	5,1 %	7,5 %	62,0 %
Cp. 5	5,5 %	9,2 %	60,9 %	4,5 %	6,5 %	60,8 %
Cp. 6	5,8 %	8,5 %	62,4 %	4,9 %	8,1 %	61,3 %
Ej.1	6,1 %	8,0 %	63,3 %	4,6 %	6,7 %	62,2 %
Ej.2	6,5 %	8,4 %	63,4 %	4,6 %	6,6 %	62,4 %
Ej.3	6,6 %	8,8 %	63,3 %	4,6 %	6,8 %	62,6 %
Ej.4	6,2 %	8,5 %	63,6 %	4,5 %	6,7 %	62,5 %
Ej.5	6,2 %	8,8 %	64,5 %	4,1 %	6,9 %	63,2 %

La adición de una subcapa de fijación ocasiona un aumento en la emisividad antes del templado ya que esta capa, independientemente de su naturaleza, altera el crecimiento epitaxial de la plata.

5 La presencia de la gruesa subcapa de fijación según la invención produce un aumento en la emisividad antes del templado, en comparación con una pila que no comprende una subcapa de fijación, pero este aumento es inferior al obtenido con otras subcapas de fijación.

10 Tras el tratamiento térmico, el acristalamiento según la invención tiene una emisividad significativamente inferior que un acristalamiento sin una subcapa de fijación y que un acristalamiento que comprende una subcapa de fijación basada en NiCr. La obtención de una emisividad baja representa una reducción en las pérdidas de energía por radiación y, por lo tanto, una mejora en el comportamiento térmico del doble acristalamiento.

15 Esto se debe a que el acristalamiento Cp.3' que comprende una capa que puede generar defectos de tipo orificio y una subcapa de bloqueo de NiCr tiene valores de opacidad adecuados pero no tiene las propiedades ventajosas de la invención en términos de emisividad, absorción y factor solar.

20 Por lo tanto, la solución de la invención permite reducir significativamente la opacidad a la vez que también disminuye la emisividad y al mismo tiempo que aumenta el factor solar.

IV. Evaluación de la sinergia entre la capa de estabilización y la capa de fijación

La opacidad se evaluó por medición del reflejo difuso visible medio con un espectrómetro Perkin-Elmer L900.

Acristalamiento	Opacidad	Δ Opacidad/Ref
A	0,20 %	-
B	0,30 %	+ 50 %
C	0,02 %	- 90 %

25 La Δ Opacidad/Ref corresponde a la variación en la opacidad con respecto al acristalamiento comparativo A que no comprende una subcapa de fijación.

30 Estas pruebas demuestran que la presencia de la capa de estabilización es esencial para obtener valores de opacidad bajos. Sin embargo, en contra de lo esperado, se observa un efecto sinérgico sobre las reducciones de los valores de opacidad relacionados con la presencia conjunta, según esta secuencia, de la capa de estabilización y de la subcapa de fijación. Esto se debe a que es absolutamente imprevisible que una capa de fijación gruesa depositada entre la capa de estabilización y la capa funcional produzca una reducción de la opacidad y con mayor razón una reducción del 90 % con respecto a un acristalamiento que no comprende una

35 capa de fijación. Por el contrario, se habría esperado que la presencia de dicha capa bloqueara la acción de la capa de estabilización.

40 Estos resultados demuestran que la presencia de una subcapa de fijación gruesa encima de una capa de estabilización permite una reducción significativa en la opacidad después del tratamiento térmico del tipo templado.

REIVINDICACIONES

1. Un acristalamiento que comprende un sustrato de vidrio transparente recubierto con una pila de capas delgadas que comprende al menos una capa metálica funcional con base de plata y al menos dos recubrimientos antirreflectantes, comprendiendo cada recubrimiento antirreflectante al menos una capa dieléctrica, de manera que cada capa metálica funcional está colocada entre dos recubrimientos antirreflectantes, **caracterizado por que** la pila comprende:
 - al menos un recubrimiento antirreflectante que comprende una capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio seleccionada de capas basadas en óxido de titanio, en óxido de niobio y en óxido de estaño, estando el recubrimiento antirreflectante ubicado bajo una capa metálica funcional con base de plata, y
 - al menos una capa de fijación basada en óxido de titanio que tiene un espesor mayor que 1 nm, estando la capa de fijación ubicada entre el recubrimiento antirreflectante que comprende una capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio y una capa metálica funcional con base de plata, inmediatamente en contacto con la capa metálica funcional con base de plata, el recubrimiento antirreflectante ubicado bajo la capa metálica funcional con base de plata comprende al menos una capa dieléctrica basada en óxido de cinc que tiene una función de estabilización inmediatamente en contacto con la capa de fijación.
2. El acristalamiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las capas dieléctricas que pueden generar defectos de tipo orificio tienen un espesor mayor de 5 nm, preferiblemente de entre 8 y 20 nm.
3. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio del recubrimiento antirreflectante está separada de la capa funcional por una o más capas, siendo el espesor de todas las capas intercaladas entre la capa que puede generar defectos de tipo orificio y la capa funcional como máximo de 20 nm, preferiblemente como máximo de 15 nm.
4. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa dieléctrica que puede generar defectos de tipo orificio en el recubrimiento antirreflectante está separada de la capa funcional por una o más capas, siendo el espesor de todas las capas intercaladas entre la capa que puede generar defectos de tipo orificio y la capa funcional al menos de 6 nm, preferiblemente al menos de 7,5 nm.
5. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa de fijación basada en óxido de titanio tiene un espesor de entre 2,5 y 4,5 nm.
6. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la capa de fijación basada en óxido de titanio se deposita de un objetivo de TiOx cerámico con x entre 1,5 y 2, en una atmósfera no oxidante.
7. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el recubrimiento antirreflectante situado bajo la capa metálica funcional con base de plata comprende al menos una capa dieléctrica que tiene una función de estabilización inmediatamente en contacto con la capa de fijación, en particular basada en óxido de cinc, dopado utilizando al menos otro elemento, tal como aluminio.
8. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pila comprende:
 - un recubrimiento antirreflectante que comprende al menos dos capas dieléctricas, que incluye una capa dieléctrica basada en óxido de titanio y una capa dieléctrica diferente de una capa basada en óxido de titanio que separa la capa dieléctrica basada en óxido de titanio de una capa metálica funcional con base de plata,
 - una capa de fijación basada en óxido de titanio que tiene un espesor de al menos 2 nm, preferiblemente de al menos 2,5 nm,
 - una capa metálica funcional con base de plata ubicada inmediatamente en contacto con la capa de fijación basada en óxido de titanio.
9. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pila comprende:
 - un recubrimiento antirreflectante ubicado bajo la capa metálica funcional con base de plata que comprende al menos una capa dieléctrica basada en óxido de titanio y una capa dieléctrica que

- 5 tiene una función de estabilización basada en óxido de cinc que separa la capa dieléctrica basada en óxido de titanio de la capa metálica funcional con base de plata,
 - una capa de fijación basada en óxido de titanio que tiene un espesor de al menos 2 nm, ubicada inmediatamente en contacto con la capa dieléctrica que tiene una función de estabilización basada en óxido de cinc,
 - una capa metálica funcional con base de plata ubicada inmediatamente en contacto con la capa de fijación basada en óxido de titanio,
 - opcionalmente una cubierta de fijación,
 10 - un recubrimiento antirreflectante ubicado encima de la capa metálica funcional con base de plata,
 - opcionalmente, una capa protectora superior.
10. El acristalamiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el espesor de una capa metálica funcional está entre 5 y 20 nm.
- 15 11. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los recubrimientos antirreflectantes comprenden al menos una capa dieléctrica que tiene una función de barrera basada en compuestos de silicio seleccionados de óxidos, tales como SiO₂, nitruros de silicio Si₃N₄ y oxinitruros SiO_xN_y, opcionalmente dopados utilizando al menos otro elemento, tal como aluminio.
- 20 12. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el sustrato recubierto con la pila se ha sometido a un tratamiento térmico a una temperatura mayor de 300 °C, preferiblemente 500 °C.
- 25 13. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos el sustrato recubierto con la pila se elabora de vidrio flexado y/o templado.
14. El acristalamiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pila de capas delgadas se deposita sobre el sustrato mediante una técnica de vacío del tipo pulverización catódica, de forma opcional asistida por un campo magnético.

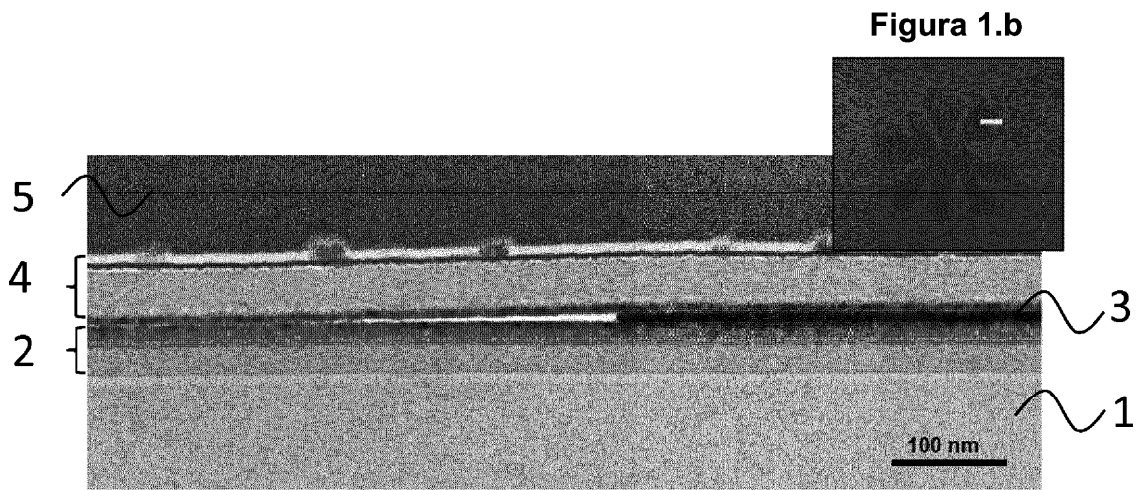


Figura 1.a

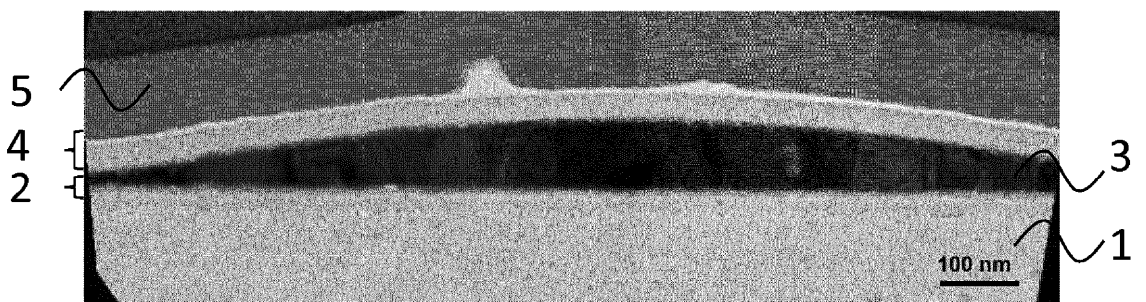


Figura 2

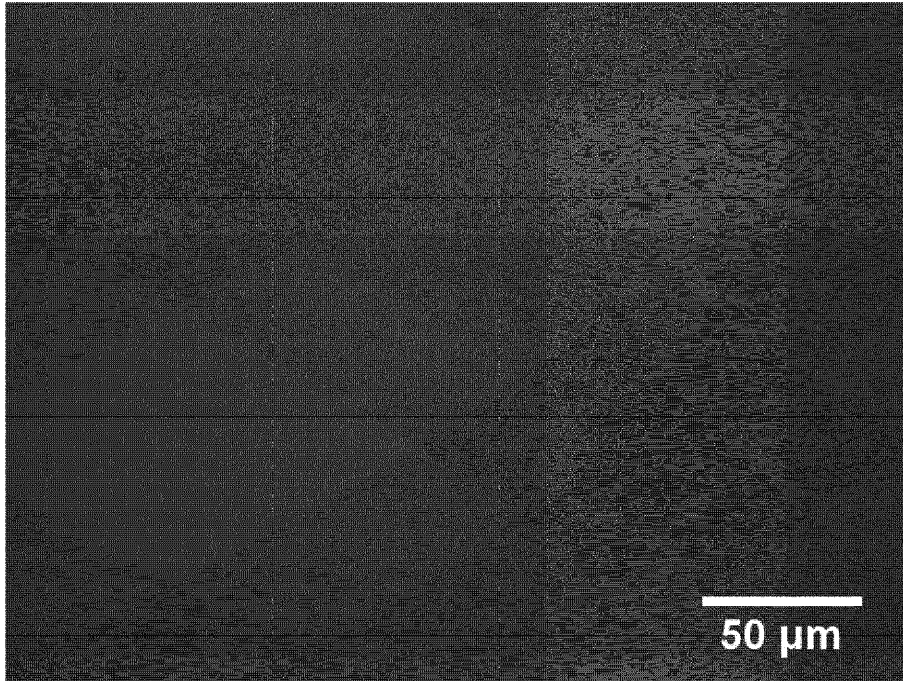


Figura 3

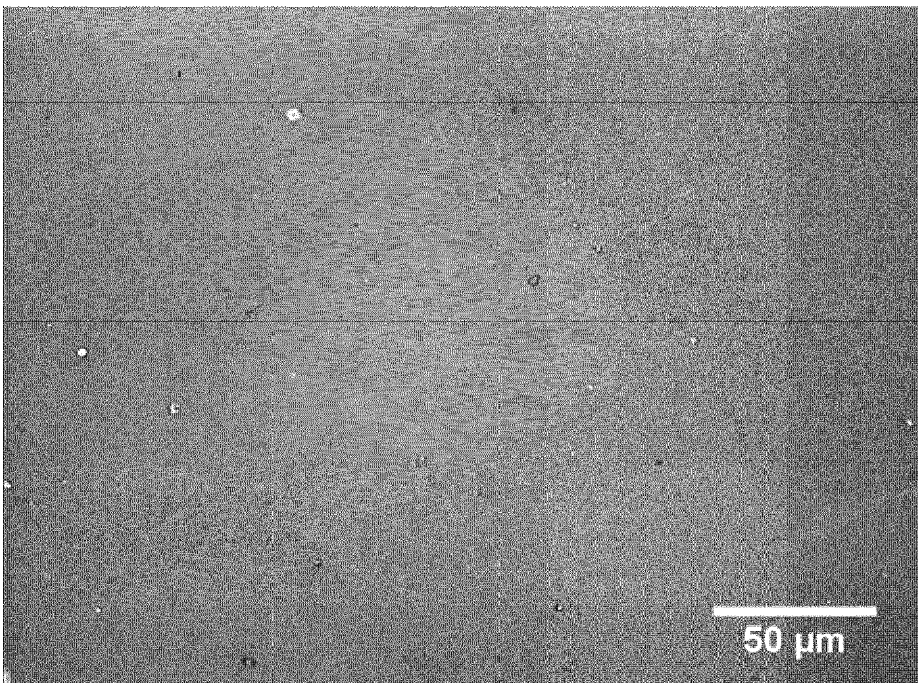


Figura 4

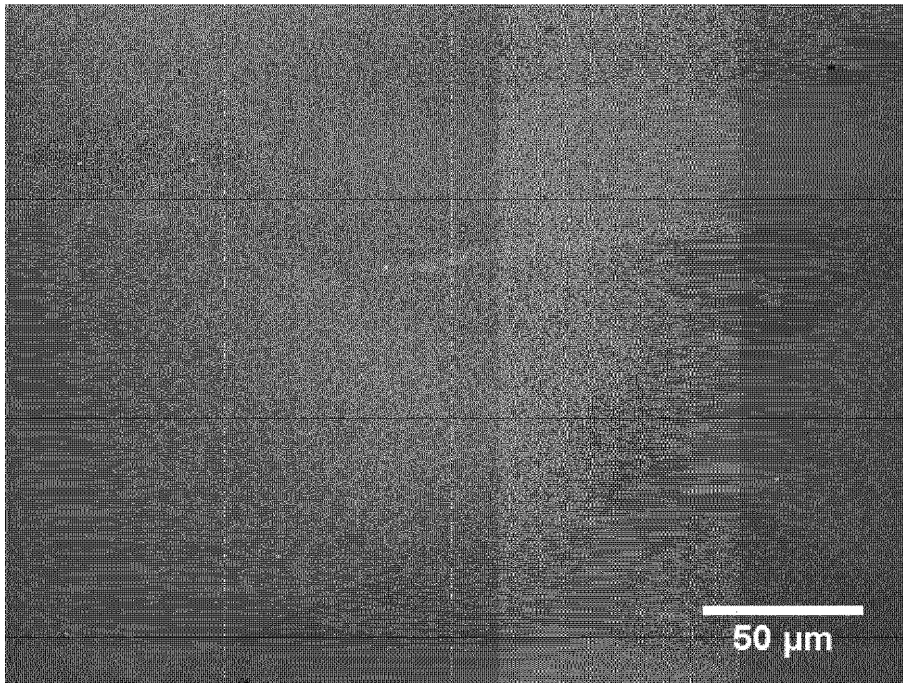


Figura 5

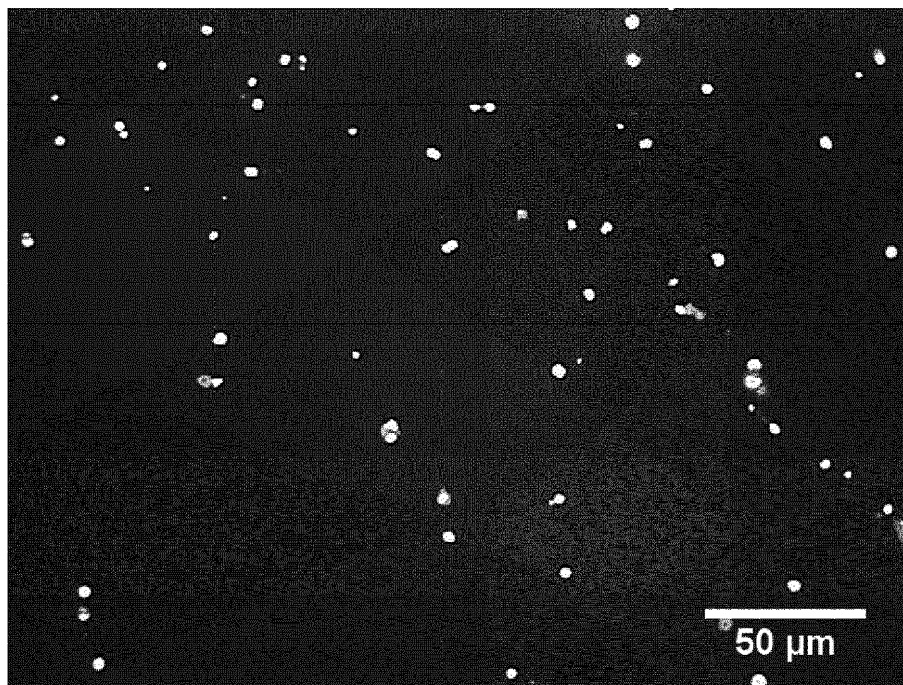


Figura 6

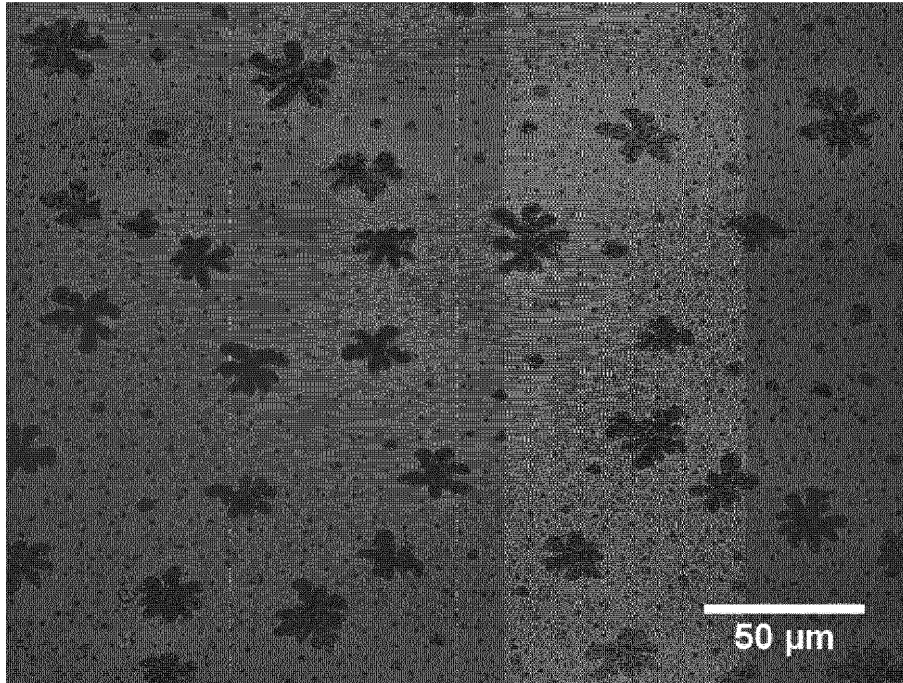


Figura 7

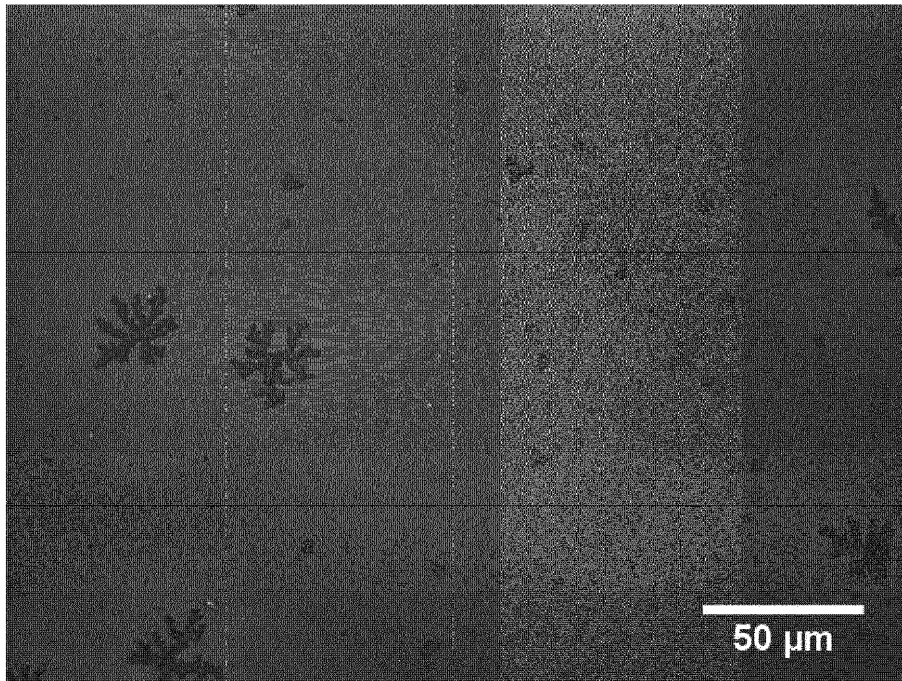


Figura 8

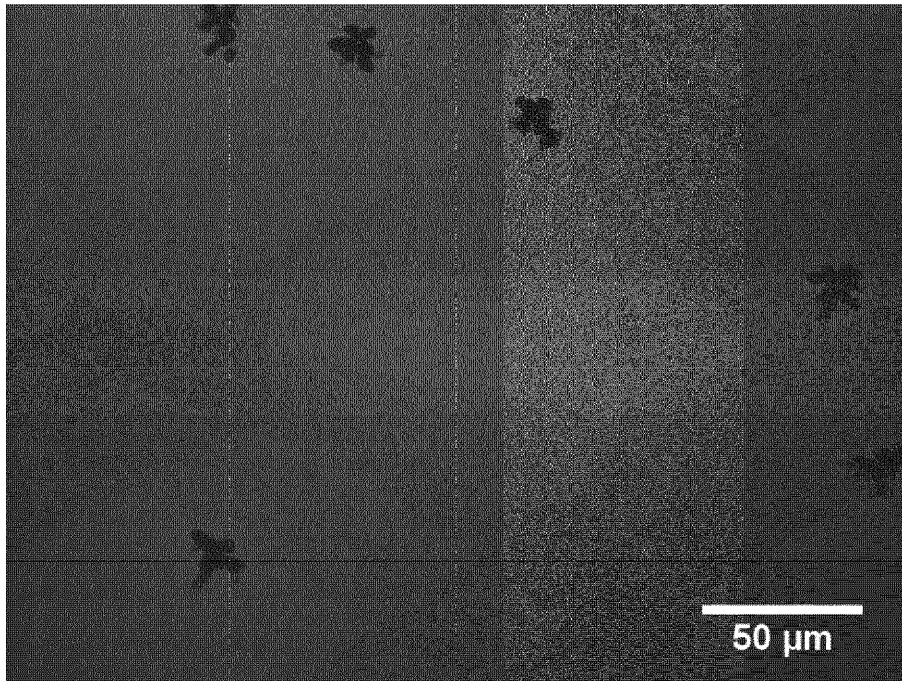


Figura 9