

## ACRISTALAMIENTO QUE COMPRENDE UNA PILA DE CAPAS DELGADAS CON DOS CAPAS FUNCIONALES A BASE DE PLATA Y NITRURO DE TITANIO

### Campo técnico

La presente divulgación se refiere, en general, a un acristalamiento que comprende  
5 un sustrato transparente, sobre cuya superficie se deposita una pila de capas  
delgadas que comprende dos capas funcionales, una a base de plata y la otra a base  
de nitruro de titanio, lo que permite que el sustrato actúe sobre la radiación solar y/o  
infrarroja que pueda incidir sobre dicha superficie. Más específicamente, la invención  
se refiere a un acristalamiento que comprende una pila de plata monocapa que  
10 alcanza una alta selectividad equivalente a la de una pila de plata bicapa.

### Antecedentes

La descripción del contexto incluye información que puede ser útil para comprender  
la presente divulgación. No se admite que ninguna de la información aquí  
15 proporcionada sea parte del estado de la técnica o relevante para la divulgación  
actualmente reivindicada, ni que ninguna publicación a la que se haga referencia  
específica o implícita sea parte del estado de la técnica.

Las capas metálicas funcionales a base de plata tienen propiedades ventajosas de  
conducción eléctrica y reflexión de la radiación infrarroja (IR), por lo que se utilizan  
20 ampliamente en acristalamientos de “control solar” destinados a reducir la cantidad  
de energía solar entrante y/o en los denominados acristalamientos de “baja  
emisividad” destinados a reducir la cantidad de energía disipada al exterior de un  
edificio o un vehículo. Estas capas de plata se depositan entre recubrimientos  
basados en materiales dieléctricos que generalmente comprenden varias capas  
25 dieléctricas (en adelante, recubrimientos dieléctricos) para ajustar las propiedades  
ópticas de la pila. Estas capas dieléctricas también permiten proteger la capa de  
plata de agresiones químicas o mecánicas.

En países con altos niveles de luz solar, los acristalamientos de baja emisión para  
las denominadas aplicaciones residenciales también deben tener el efecto de control  
30 solar, que reduce la transmisión de calor mientras mantiene la transmisión de luz  
visible (VLT) razonablemente alta. La transmisión de calor a través de una fachada  
de vidrio se cuantifica mediante el factor solar (g). La selectividad, definida como  
VLT/g, es una buena métrica ampliamente utilizada para cuantificar las propiedades  
de control solar. Una mayor selectividad denota un mejor control solar.

Si bien una sola capa metálica funcional a base de plata mejora el control solar, la incorporación de dos o más capas de plata en un recubrimiento puede mejorar drásticamente esta propiedad y aumentar la selectividad debido a su alta reflectividad IR y su baja emisividad. Un sustrato de vidrio (sin ningún recubrimiento) tiene normalmente una selectividad de aproximadamente 1. Un sustrato de vidrio provisto de una sola capa de plata en el recubrimiento alcanza generalmente una selectividad de entre 1,2 y 1,4. Un sustrato de vidrio provisto de capas dobles y triples de plata en el recubrimiento suele alcanzar una selectividad de hasta 1,8 y 2,2, respectivamente. Estos productos de control solar están ahora comúnmente disponibles en el mercado. En la técnica es conocido aumentar el espesor y/o el número de capas funcionales a base de plata mientras se intenta aumentar la selectividad. No obstante, la selectividad alcanzada sigue estando en torno a los valores de selectividad mencionados anteriormente para capas simples, dobles y triples de plata, respectivamente.

Sin embargo, dicho aumento en el espesor de la capa de plata provoca un aumento en la reflexión de la luz a niveles considerados estéticamente indeseables, especialmente superiores al 25 % o incluso al 27 %, para una transmisión visible entre el 20 % y el 55 %, en particular para pilas que comprenden una monocapa de plata. Además, hace que estos recubrimientos sean muy caros debido al aumento del coste asociado al mayor contenido de plata. En estos recubrimientos se pueden utilizar otros metales altamente conductores, como el oro, el cobre, etc., en lugar de la plata para lograr una buena selectividad, pero sus colores distintivos no siempre son estéticamente atractivos. Además, el costo de estos materiales también puede ser comparativamente elevado.

En este contexto, es muy deseable encontrar un material alternativo económico que pueda proporcionar un rendimiento similar al de la plata. El nitruro de titanio (TiN), cuando se deposita cerca del punto de trabajo, muestra una excelente reflectividad IR, al tiempo que mantiene una transmisión de luz visible razonablemente alta. Esto hace que el TiN sea un buen candidato para sustituir las capas de plata en un recubrimiento. Desgraciadamente, el TiN tiene una emisividad mucho mayor en comparación con la plata. Esto significa que sustituir todas las capas de plata de un recubrimiento por TiN no dará lugar a un rendimiento comparable. Por lo tanto, la presente invención propone el TiN como material para utilizar junto con una monocapa de plata en un recubrimiento para lograr una alta selectividad ( $>1,5$ ).

Varios documentos describen el uso del material TiN en una pila de recubrimiento que comprende una o varias capas metálicas funcionales a base de plata. Los documentos CN102603209A, WO2019209202A2, CN102350833B y CN102825866A se citan aquí por describir una pila de recubrimiento que comprende una o varias  
5 capas metálicas funcionales a base de plata y material TiN como capa dieléctrica. Varios otros documentos describen el uso del material TiN en una pila de recubrimientos como capa reflectante de IR que puede utilizarse en lugar de la(s) capa(s) metálica(s) funcional(es) a base de plata, como los documentos WO2008/060453 y WO2016/107883. Sin embargo, estas referencias no describen el  
10 rendimiento de estas pilas de recubrimientos ni en términos de factor solar (g) ni de selectividad.

Otras referencias aquí incluidas describen una pila de recubrimientos que comprende TiN como uno de los materiales reflectantes de IR.

Se hace especial referencia al documento JP2006143525A por divulgar una película  
15 de barrera térmica que incluye una capa de plata y una capa de nitruro de titanio u oxinitruro como componentes principales para lograr una alta transmitancia de luz visible, una baja reflectancia de luz visible y un alto rendimiento de protección térmica. La invención propone una placa de vidrio con una película antirreflectante en el lado exterior y una película de barrera térmica en la superficie interior.

Otros documentos, WO2019/097192, WO2010072973, WO2010072974 y  
20 WO2014/044984, describen pilas de películas delgadas que comprenden una única capa funcional de plata y una o más capas absorbentes basadas en titanio o nitruro de titanio para reducir la reflexión de la luz. Las soluciones propuestas en estas referencias de la técnica anterior muestran una baja selectividad (del orden de 1,3 o  
25 1,35), altos valores de transmisión de luz visible (>55 %) y no optimizan especialmente el logro de una alta selectividad y una alta transmisión de luz visible junto con una baja reflexión interna y externa.

El objetivo de la invención es superar los inconvenientes de la técnica anterior, desarrollando un nuevo tipo de pila con una única capa funcional a base de plata  
30 situada debajo de otra capa funcional a base de TiN, con el fin de lograr una alta selectividad con valores de transmisión de luz visible que oscilan entre el 20 % y el 65 %. Este nuevo tipo de pila propuesto, que tiene una combinación de dos capas funcionales: una a base de plata y otra a base de TiN, presenta un rendimiento mejorado (selectividad) en comparación con las pilas de recubrimiento que

comprenden una sola capa funcional de plata existente en la técnica. En la presente invención, la posición de la capa funcional de TiN sobre la capa funcional de plata afecta al valor U del acristalamiento; sin embargo, para la aplicación de acristalamientos en condiciones de calor y humedad, sigue siendo deseable y

5 aceptable una alta selectividad con un valor de emisividad ligeramente afectado.

Por lo tanto, el objetivo de esta divulgación es ayudar a lograr todas las características mencionadas, cuyos detalles resultarán evidentes para los expertos en la técnica una vez que se haya realizado la siguiente divulgación.

#### 10 Sumario de la divulgación

En un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un acristalamiento que comprende un sustrato transparente con una pila de capas delgadas. Se proporcionan dos capas funcionales para tener propiedades de reflexión en el rango de radiación infrarroja y/o solar. Se proporcionan recubrimientos dieléctricos que

15 comprenden cada uno una o más capas dieléctricas, de modo que se intercalan cada una de las capas funcionales. Cada capa dieléctrica comprende de forma independiente un material dieléctrico. La pila comprende una primera capa funcional a base de plata o aleación metálica que contiene plata y una segunda capa funcional a base de nitruro de titanio. La capa funcional a base de nitruro de titanio tiene un

20 coeficiente de extinción  $k > 3$  en el rango de longitudes de onda comprendido entre 1000 nm y 2500 nm. La pila de capas delgadas se caracteriza porque el recubrimiento dieléctrico que separa las dos capas funcionales tiene un espesor óptico total ( $nd$ , calculado a 480 nm) superior a 110 nm.

El acristalamiento se caracteriza además por el hecho de que, cuando dicho sustrato

25 transparente se monta en un doble acristalamiento con la pila de capas finas en la cara 2, el doble acristalamiento tiene una transmisión de luz visible que oscila entre el 20 % y el 65 % y una alta selectividad superior a 1,5.

Otras características y aspectos de esta divulgación se harán evidentes a partir de la siguiente descripción y los dibujos adjuntos.

30

#### Breve descripción de los dibujos

Las formas de realización se ilustran a modo de ejemplo y no se limitan a las que se muestran en las figuras adjuntas.

La FIG. 1 ilustra una pila de capas delgadas depositadas sobre un sustrato de vidrio transparente, según una forma de realización de la presente divulgación;

La FIG. 2 ilustra una pila de capas delgadas depositadas sobre un sustrato de vidrio transparente, según otra forma de realización de la presente divulgación; y

5 La FIG. 3 ilustra una pila de capas delgadas depositadas sobre un sustrato de vidrio transparente, según una forma de realización ejemplar de la presente divulgación.

Los expertos en la técnica apreciarán que los elementos de las figuras se ilustran para mayor simplicidad y claridad y no se han dibujado necesariamente a escala.

## 10 Descripción detallada

Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos números de referencia en todos los dibujos para referirse a piezas iguales o similares. Las formas de realización descritas en el presente documento se refieren a un acristalamiento de control solar que comprende una primera capa funcional a base de plata y una segunda capa  
15 funcional a base de TiN, teniendo la primera y la segunda capas funcionales propiedades de reflexión en el infrarrojo y/o la radiación solar. El acristalamiento propuesto alcanza una mayor selectividad ( $>1,5$ , incluso  $>1,6$ ) en comparación con el acristalamiento convencional que comprende capas con una única capa funcional a base de plata y las capas convencionales mencionadas en el estado de la técnica  
20 que comprenden capas absorbentes con una selectividad cercana a 1,4 o incluso 1,45. La pila de acristalamiento propuesta es una alternativa rentable a la pila de recubrimiento que comprende capas funcionales de plata de doble capa, ya que permite sustituir una de las capas funcionales de plata por un material menos costoso, como el TiN, y, sin embargo, alcanza una alta selectividad, similar a la de la  
25 pila de capas funcionales de plata de doble capa.

La selectividad “S” corresponde a la relación entre la transmisión de luz TL en el visible del acristalamiento y el factor solar FS del acristalamiento ( $S = TL / FS$ ). El factor solar “FS” corresponde a la relación en % entre la energía total que entra en la habitación a través del acristalamiento y la energía solar incidente. Todas las  
30 características luminosas descritas en el presente documento se obtienen de acuerdo con los principios y métodos de la norma europea EN 410 relativa a la determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos utilizados en el vidrio para la construcción. Las propiedades tales como la selectividad, la reflexión de la luz exterior o interior y las propiedades cromáticas se

calculan con: materiales que comprenden un sustrato recubierto con una pila de capas según la presente invención montada en una unidad de doble acristalamiento, teniendo el doble acristalamiento una configuración: 6-15 (Ar-90 %) -6, es decir, una configuración que consiste en un material que comprende un sustrato y otro sustrato  
5 de vidrio de 6 mm; dos sustratos separados por una lámina de gas intermedio con un 90 % de argón y un 10 % de aire, con un espesor de 15 mm y la pila situada en la cara 2.

En diversas formas de realización de la invención se describe un artículo de vidrio con control solar recubierto 101, tal como se ilustra en la Figura 1. La Figura 1 ilustra  
10 una estructura de una pila de capas finas que tiene dos capas funcionales 50, 100 depositadas sobre un sustrato transparente 10. Cada una de las capas funcionales 50, 100 está situada entre recubrimientos dieléctricos 20 (primer recubrimiento dieléctrico), 40 (segundo recubrimiento dieléctrico) y 60 (tercer recubrimiento dieléctrico), de modo que: la primera capa funcional 50, comenzando desde el  
15 sustrato, se coloca entre los recubrimientos dieléctricos 20 y 40, y la segunda capa funcional 100 se coloca entre los recubrimientos dieléctricos 40 y 60. Los recubrimientos dieléctricos 20, 40, 60 incluyen cada uno al menos una capa dieléctrica, a saber, 21; 41; 61. Cada capa dieléctrica incluye un material dieléctrico. La capa funcional 50 se basa en plata o en una aleación metálica que contiene plata  
20 con propiedades de reflexión en el rango de radiación infrarroja y/o solar. La capa funcional 100 se basa en nitruro de titanio con propiedades de reflexión en el rango de radiación infrarroja y/o solar y tiene un coeficiente de extinción  $k > 3$  en el rango de longitudes de onda entre 1000 nm y 2500 nm. La pila de capas delgadas no comprende más de una capa funcional a base de plata o aleación metálica que  
25 contiene plata, ni más de una capa funcional a base de nitruro de titanio.

Por lo tanto, la invención se refiere a un material que comprende un sustrato transparente recubierto con una pila de capas delgadas que comprenden, a partir del sustrato:

- un primer recubrimiento dieléctrico;
- una primera capa funcional a base de plata o aleación metálica que contiene plata con propiedades de reflexión en el rango de radiación infrarroja y/o solar,
- un segundo recubrimiento dieléctrico;
- una segunda capa funcional a base de nitruro de titanio con propiedades de reflexión en el rango de radiación infrarroja y/o solar; y

- un tercer recubrimiento dieléctrico,

La capa funcional a base de plata o aleaciones metálicas que contienen plata se coloca debajo de la capa funcional a base de nitruro de titanio para proporcionar una alta selectividad. El espesor óptico total (nd, calculado a una longitud de onda de 480 nm) del recubrimiento dieléctrico 40 que separa las dos capas funcionales 50, 100 es superior a 110 nm. El espesor óptico total (nd, calculado a una longitud de onda de 480 nm) de los recubrimientos dieléctricos 20, 60 oscila entre 20 nm y 140 nm. La relación entre el espesor físico de la segunda capa funcional y el de la primera capa funcional es inferior a 5 para lograr las características de acristalamiento deseadas que se mencionan a continuación.

- 10 La invención también se refiere a un acristalamiento múltiple que comprende al menos un material según la invención y al menos un segundo sustrato, estando el material y el segundo sustrato separados por al menos una capa intermedia de gas. Preferentemente, la pila se coloca en la cara 2. Cuando el material se monta en un acristalamiento doble con la pila colocada en la cara 2, el acristalamiento doble
- 15 presenta:

- una selectividad superior a 1,5, 1,6 o 1,7, y
- una transmisión de luz visible comprendida entre el 20 % y el 65 %.

- La alta selectividad de la pila de capas finas, atribuible a la presencia de nitruro de titanio en combinación con plata, que refleja tanto la radiación infrarroja como la solar, depende de su posición y espesor, así como de su coeficiente de extinción  $k > 3$  en el rango de longitudes de onda comprendido entre 1000 nm y 2500 nm, que maximiza la propiedad de reflexión. El nitruro de titanio, cuando se deposita cerca del punto de trabajo (en este documento, "punto de trabajo" se refiere a la posición de la pila de la capa de TiN que está nitrurada de forma óptima, cuyo contenido de
- 20 nítrógeno es lo suficientemente óptimo como para nitrurar la capa y mantener una alta tasa de deposición), muestra una excelente reflectividad IR, al tiempo que mantiene una transmisión de luz visible razonablemente alta.

- El solicitante ha demostrado así que, en una pila con una doble capa de plata, la capa superior de plata puede sustituirse por un material menos costoso pero reflectante del IR, como el nitruro de titanio, para obtener un producto mucho menos
- 25 costoso pero con un rendimiento (alta selectividad) superior al de una pila de una sola capa de plata. Mientras que las pilas de plata monocapa existentes tienen una selectividad  $< 1,5$ , la pila de capas finas de la presente invención puede alcanzar una
- 30

selectividad  $>1,5$  o incluso  $>1,6$  o  $>1,7$  utilizando una combinación de dos capas funcionales: una a base de nitruro de titanio y otra a base de plata o aleaciones metálicas que contienen plata. Sorprendentemente, al configurar la pila para:

- proporcionar un nivel aceptable de emisividad a pesar de proporcionar una capa de TiN sobre una capa funcional de plata;
  - optimizar el espesor de los recubrimientos dieléctricos (especialmente los que se encuentran entre las dos capas funcionales) para reflejar al máximo el infrarrojo y, al mismo tiempo, permitir el paso de la mayor cantidad posible de luz visible.
- obtenemos un material que cumple con los siguientes requisitos:
- alta selectividad superior a 1,5, o incluso 1,6,
  - transmisión de luz visible deseable entre el 20 % y el 65 %,
  - menos del 25 % de reflexión lateral del vidrio,
  - menos del 25 % de reflexión lateral del revestimiento,
  - valor de emisividad inferior a 0,12,
  - factor solar en orden de preferencia creciente inferior al 44 %, 36 % y 28 %.

Las características preferidas que aparecen en el resto de la descripción son aplicables tanto al material según la invención como, cuando proceda, al acristalamiento o al proceso según la invención.

A menos que se indique lo contrario, los espesores aquí mencionados son espesores ópticos ( $nd$ ) a una longitud de onda de 480 nm, donde “n” denota el índice de refracción real de una capa dieléctrica a la longitud de onda dada y “d” es el espesor físico de la capa dieléctrica. Las capas son capas delgadas. Por película delgada se entiende una capa con un espesor de entre 0,1 nm y 100 micrómetros.

A los efectos de la presente invención, la expresión “propiedades de reflexión en el infrarrojo y/o la radiación solar” en referencia al material nitruro de titanio se refiere a una capa fabricada con un material que tiene un coeficiente de extinción  $k > 3$  en el rango de longitudes de onda comprendido entre 1000 nm y 2500 nm. Preferentemente, la reflexión IR, la reflexión de la radiación infrarroja en el espectro solar, entre 1000 nm y 2500 nm, debida a la capa reflectante, medida depositando solo esta capa reflectante (30 nm de capa de TiN) sobre vidrio transparente liso de 4 mm. La reflexión, medida en el lado del recubrimiento, es superior al 50 %.

La pila comprende una única capa funcional a base de nitruro de titanio ( $TiN_x$ ), en donde  $x$  oscila entre 0,7 y 1,3. Preferentemente, la capa metálica funcional a base de nitruro de titanio comprende menos del 10,0 % en peso de oxígeno.

La capa metálica funcional a base de nitruro de titanio también puede incluir  
5 elementos seleccionados, por ejemplo, entre Mo o Nb. Preferentemente, cada uno de estos elementos representa menos del 10 %, menos del 5 %, menos del 2 %, menos del 1 % y menos del 0,5 % en peso de la capa funcional de nitruro de titanio. Las proporciones máximas de estos elementos dependen de la naturaleza de los mismos.

10 El espesor físico de la capa funcional de nitruro de titanio oscila entre 3 nm y 40 nm.

La pila comprende una única capa metálica funcional a base de plata. Este tipo de pila también se denomina “apilamiento de monocapa funcional”. Esto significa que la pila no incluye ninguna otra capa funcional a base de plata y está compuesta únicamente por una única capa de plata. Esto significa además, en particular, que la  
15 pila de capas delgadas no comprende más de dos capas funcionales.

Una capa funcional a base de plata comprende al menos un 85,0 %, preferentemente al menos un 90 % y, más preferentemente, al menos un 95 % en peso de plata en relación con el peso de la capa funcional. Preferentemente, la capa metálica funcional a base de plata comprende menos del 1,0 % en peso de metales  
20 distintos de la plata en relación con el peso de la capa metálica funcional de plata.

La capa metálica funcional a base de plata también puede incluir elementos seleccionados, por ejemplo, de entre cobre, paladio, oro o aluminio, o combinaciones de los mismos. Preferentemente, cada uno de estos elementos representa menos del 15 %, menos del 10 %, menos del 5 %, menos del 1 % y menos del 0,5 % en  
25 peso de la capa metálica funcional a base de plata. Las proporciones máximas de estos elementos dependen de la naturaleza de los mismos.

El espesor físico de la capa funcional a base de plata oscila entre 5 nm y 25 nm. La capa funcional a base de plata puede estar protegida por una capa conocida como capa bloqueadora. Según esta forma de realización, la pila de capas delgadas  
30 comprende además al menos una capa bloqueadora 30, 31 situada en contacto directo con la parte inferior y superior de la capa funcional a base de plata 50 (como se muestra en la Figura 2). Las capas bloqueadoras se eligen entre capas metálicas basadas en un metal o una aleación metálica o capas de nitruro metálico de uno o más elementos elegidos entre titanio, níquel, cromo, niobio, zirconio, sílice y

aluminio, tales como Ti, Nb, NbN, NiCr, Zr, SiAl o NbZr. Cuando estas capas bloqueadoras se depositan en forma metálica o nitrurada, pueden sufrir una oxidación parcial o total en función de su espesor y de la naturaleza de las capas que las rodean, por ejemplo, en el momento de la deposición de la siguiente capa o por oxidación en contacto con la capa subyacente.

Las capas bloqueadoras se eligen preferentemente entre capas metálicas, especialmente de una aleación de níquel-cromo (NiCr). Cada capa bloqueadora tiene un espesor físico que oscila entre 0,5 nm y 3,0 nm. Las capas bloqueadoras, aunque se depositan en forma metálica y se presentan como capas metálicas, son en la práctica capas oxidadas, ya que su función principal es oxidarse durante la deposición de la pila para proteger la capa funcional. Sin embargo, a veces se interpone una capa bloqueadora entre uno o cada recubrimiento dieléctrico y la capa funcional de plata, la capa bloqueadora dispuesta bajo la capa funcional hacia el sustrato la protege durante un posible tratamiento térmico a alta temperatura, el tipo de flexión y/o el temple, y la capa bloqueadora dispuesta sobre la capa funcional opuesta al sustrato protege esta capa de una posible degradación durante la deposición del recubrimiento dieléctrico superior y durante un posible tratamiento térmico a alta temperatura, como la flexión y/o el temple.

Según otra forma de realización de la presente invención, se proporcionan capas bloqueadoras similares 90, 91 debajo y/o encima de la capa funcional de nitruro de titanio 100, tal y como se muestra en la Figura 2. Las capas bloqueadoras 90, 91 se eligen entre capas metálicas basadas en un metal o una aleación metálica o capas de nitruro metálico de uno o más elementos elegidos entre titanio, níquel, cromo, niobio, zirconio, sílice y aluminio, tales como Ti, Nb, NbN, NiCr, Zr, SiAl o NbZr. Cuando estas capas bloqueadoras se depositan en forma metálica o nitrurada, pueden sufrir una oxidación parcial o total en función de su espesor y de la naturaleza de las capas que las rodean, por ejemplo, en el momento de la deposición de la siguiente capa o por oxidación en contacto con la capa subyacente. Cada capa bloqueadora 90, 91, si está presente, tiene un espesor físico que oscila entre 0,5 nm y 3,0 nm.

La capa funcional a base de nitruro de titanio y la capa funcional a base de plata o aleación metálica que contiene plata están dispuestas entre dos recubrimientos dieléctricos. La pila de capas finas de la invención se proporciona en al menos una de las caras del sustrato transparente. Por “recubrimiento” en el sentido de la

- presente invención, debe entenderse que puede haber una sola capa o varias capas de diferentes materiales dentro del recubrimiento. Por lo tanto, debe entenderse que el espesor del recubrimiento dieléctrico corresponde a la suma de los espesores individuales de la(s) capa(s) que constituyen el recubrimiento. El espesor óptico total (nd, calculado a 480 nm) del recubrimiento dieléctrico 40 que separa las dos capas funcionales es superior a 110 nm. El recubrimiento dieléctrico 20 más cercano al sustrato transparente 10 y el recubrimiento dieléctrico 60 más alejado del sustrato transparente tienen cada uno un espesor óptico total (nd, calculado a 480 nm) comprendido entre 20 nm y 140 nm.
- 10 Por “capa dieléctrica” en el sentido de la presente invención, debe entenderse que, desde el punto de vista de su naturaleza, el material es “no metálico”, es decir, no es un metal. En el contexto de la invención, este término designa un material que tiene una relación  $n/k$  en todo el rango de longitudes de onda visibles (de 380 nm a 780 nm) igual o superior a 5.
- 15 Las capas dieléctricas de los recubrimientos tienen las siguientes características, solas o en combinación:
- Se depositan mediante pulverización asistida por campo magnético.
  - Se eligen de entre óxidos, nitruros u oxinitruros de uno o más elementos seleccionados entre titanio, silicio, aluminio, zirconio, estaño, niobio y zinc, o combinaciones de los mismos.
- 20
- tienen un espesor físico preferentemente entre 10 nm y 70 nm, especialmente las capas dieléctricas más cercanas y más alejadas del sustrato de vidrio,
  - tienen un espesor físico preferentemente superior a 55 nm, especialmente las capas dieléctricas situadas entre la primera y la segunda capa funcional.
- 25
- Las capas dieléctricas pueden tener una función de barrera. El término “capas dieléctricas de barrera” (en adelante, “capa de barrera”) se entiende como una capa compuesta por un material capaz de impedir la difusión de oxígeno y agua a alta
- 30 temperatura, procedentes de la atmósfera ambiental o del sustrato, hacia la capa funcional. Dichas capas dieléctricas se eligen entre las siguientes capas:
- a base de compuestos de silicio y/o aluminio seleccionados entre óxidos como  $\text{SiO}_2$ , nitruros como el nitruro de silicio  $\text{Si}_3\text{N}_4$  y nitruros de aluminio  $\text{AlN}$ , y oxinitruros  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ , opcionalmente dopados con al menos otro elemento,

- a base de óxido de zinc y estaño,
- a base de óxido de titanio.

Las capas dieléctricas también pueden ser las denominadas capas humectantes. Por capa humectante se entiende una capa de un material capaz de estabilizar la interfaz con la capa funcional. Estas capas humectantes se basan generalmente en óxido de zinc. La capa de óxido de zinc puede estar dopada opcionalmente con al menos otro elemento, como el aluminio.

El recubrimiento dieléctrico en algunas formas de realización de la presente invención comprende al menos una capa dieléctrica con función de barrera y al menos una capa dieléctrica como capa humectante. Las capas dieléctricas también pueden elegirse en función de su índice de refracción.

Según una forma de realización de la presente invención ilustrada en la Figura 1, el recubrimiento dieléctrico 20 que comprende la capa dieléctrica 21 a base de nitruro de silicio se encuentra directamente en contacto con el sustrato transparente debajo de la capa funcional 50 a base de plata o aleación metálica que contiene plata; el recubrimiento dieléctrico 40 que comprende la capa dieléctrica 41 a base de nitruro de silicio se encuentra directamente por encima y en contacto con la capa funcional 50 a base de plata o aleación metálica que contiene plata; el recubrimiento dieléctrico 60 que comprende la capa dieléctrica 61 a base de nitruro de silicio se encuentra por encima de la capa funcional 100 a base de nitruro de titanio.

La pila de capas finas puede comprender opcionalmente una capa de recubrimiento 80, como se muestra en la Figura 2. La capa de recubrimiento es preferentemente la última capa de la pila, es decir, la capa más alejada del sustrato recubierto con la pila (antes del tratamiento térmico). Estas capas tienen generalmente un espesor de entre 0,5 y 10 nm, preferentemente de 1 y 5 nm. Esta capa de recubrimiento puede elegirse entre una capa que comprenda titanio o zirconio, o estos metales en forma metálica, oxidada o nitrurada (parcial o totalmente). Según una forma de realización, la capa de recubrimiento se basa en óxido y/o nitruro de titanio y zirconio, preferentemente en nitruro de titanio y zirconio.

Los sustratos transparentes según la invención son preferentemente de un material rígido mineral, como el vidrio, u orgánico a base de polímeros (o polímero). El sustrato es preferentemente una lámina de vidrio o vitrocerámica. El sustrato es preferentemente transparente, incoloro (en cuyo caso se trata de un vidrio transparente o extraclaro) o coloreado, por ejemplo azul, gris o bronce. El vidrio es

preferentemente del tipo silícico-sódico-cálcico, pero también puede ser del tipo borosilicato o alumino-borosilicato. Según una forma de realización preferida, el sustrato está hecho de vidrio, en particular silícico-sódico-cálcico o material orgánico polimérico.

- 5 El sustrato tiene ventajosamente al menos una dimensión mayor o igual a 1 m, o incluso 2 m e incluso 3 m. El espesor del sustrato varía generalmente entre 0,5 mm y 19 mm, preferentemente entre 0,7 y 9 mm, especialmente entre 2 y 8 mm, o incluso entre 4 y 6 mm. El sustrato puede ser plano o curvo, o incluso flexible.

- 10 La invención también se refiere a un método para preparar un material que comprende un sustrato transparente recubierto con una pila de películas delgadas depositadas por pulverización catódica, posiblemente asistida por un campo magnético. El método comprende la siguiente secuencia de pasos: primero, se deposita un recubrimiento dieléctrico que comprende al menos una capa dieléctrica sobre el sustrato transparente; a continuación, se deposita una primera capa
- 15 funcional a base de plata o en una aleación metálica que contiene plata; después, se deposita un segundo recubrimiento dieléctrico que comprende al menos una capa dieléctrica sobre una capa de nitruro de titanio; a continuación, se deposita una segunda capa funcional a base de nitruro de titanio, seguida de la deposición del tercer recubrimiento dieléctrico que comprende al menos una capa dieléctrica.

- 20 A efectos de la presente invención, las etiquetas “primera”, “segunda” y “tercera” para las capas funcionales y/o los recubrimientos dieléctricos se definen a partir del sustrato que soporta la pila y en referencia a las capas o recubrimientos que tienen la misma función. Por ejemplo, la capa funcional más cercana al sustrato es la primera capa funcional, y la siguiente más alejada del sustrato es la segunda capa funcional.
- 25 Del mismo modo, el recubrimiento dieléctrico más cercano al sustrato es el primer recubrimiento dieléctrico, el siguiente más alejado del sustrato es el segundo recubrimiento dieléctrico, etc.

- En otra forma de realización alternativa, el artículo de vidrio de control solar 101 está provisto de un recubrimiento protector temporal conocido convencionalmente en la
- 30 técnica como la capa más alejada del sustrato para proteger la pila subyacente de capas delgadas durante el tratamiento térmico. Como se sabe por los procesos convencionales, esta capa protectora temporal se quema durante el tratamiento térmico.

La invención también se refiere a una unidad de acristalamiento que comprende al menos un material según la invención. El acristalamiento puede ser en forma de acristalamiento monolítico o acristalamiento simple, acristalamiento laminado o acristalamiento múltiple.

- 5     Un acristalamiento monolítico tiene dos caras: la cara 1 está fuera del edificio y, por lo tanto, constituye la pared exterior del acristalamiento, mientras que la cara 2 está dentro del edificio y, por lo tanto, constituye la pared interior del acristalamiento.

- 10    Un acristalamiento doble tiene cuatro caras: la cara 1 está fuera del edificio y, por lo tanto, constituye la pared exterior del acristalamiento; la cara 4 está dentro del edificio y, por lo tanto, constituye la pared interior del acristalamiento; las caras 2 y 3 están dentro del acristalamiento doble.

- 15    La pila se coloca preferentemente en el acristalamiento de manera que la luz incidente procedente del exterior pase a través del primer recubrimiento dieléctrico antes de pasar a través de la primera capa metálica funcional. La pila no se deposita en la cara del sustrato que define la pared exterior del acristalamiento, sino en la cara interior de este sustrato. Por lo tanto, la pila se coloca ventajosamente en la cara 2, siendo la cara 3 del acristalamiento la cara más exterior del acristalamiento, como es habitual.

- 20    El acristalamiento se elige preferentemente de entre acristalamientos múltiples, en particular una unidad de doble acristalamiento o una unidad de triple acristalamiento, que comprende al menos un material según la invención y al menos un segundo sustrato, estando el material y el segundo sustrato separados por al menos un gas intermedio, dicho acristalamiento proporcionando una separación entre un espacio exterior y un espacio interior.

- 25    Estos acristalamientos dobles tienen ventajosamente:

- transmisión de luz visible comprendida entre el 20 % y el 65 %, y/o
- alta selectividad superior a 1,5, preferentemente superior a 1,6 o incluso 1,7, y/o
- reflexión lateral del vidrio (Rg) inferior al 25 %, y/o
- 30    -           reflexión lateral del revestimiento (Rc) inferior al 25 %.

Estas ventanas se montan en un edificio o en un vehículo. El material, es decir, el sustrato recubierto con la pila, puede someterse a un tratamiento térmico a alta temperatura, como un recocido, por ejemplo, un recocido rápido, como un recocido por láser o por llama, un templado y/o un doblado. La temperatura del tratamiento

térmico es superior a 500 °C, preferentemente superior a 550 °C, y mejor aún superior a 600 °C. Por lo tanto, el sustrato recubierto con la pila puede curvarse y/o templarse.

En el caso de un acristalamiento múltiple, la pila se deposita preferentemente en la cara 2, es decir, en el sustrato que define la pared externa del acristalamiento y, más concretamente, en la cara interna de este sustrato. Un acristalamiento monolítico comprende dos caras: la cara 1 se encuentra en el exterior del edificio y, por lo tanto, constituye la pared exterior del acristalamiento, mientras que la cara 2 se encuentra en el interior del edificio y, por lo tanto, constituye la pared interior del acristalamiento.

Un acristalamiento múltiple comprende al menos dos sustratos mantenidos a una distancia tal que delimitan una cavidad rellena de un gas aislante (por ejemplo, aire seco, Ar, Kr o una mezcla de ambos). Los materiales según la invención son muy adecuados cuando se utilizan en acristalamientos dobles con aislamiento térmico mejorado (ETI). Un acristalamiento doble comprende 4 caras; la cara 1 está fuera del edificio y, por lo tanto, constituye la pared externa del acristalamiento, la cara 4 está dentro del edificio y, por lo tanto, constituye la pared interna del acristalamiento, y las caras 2 y 3 están en el interior del acristalamiento doble.

Del mismo modo, un acristalamiento triple comprende 6 caras; la cara 1 está fuera del edificio (pared exterior del acristalamiento), la cara 6 está dentro del edificio (pared interior del acristalamiento) y las caras 2 a 5 están en el interior del acristalamiento triple. Un acristalamiento laminado comprende al menos una estructura del tipo primer sustrato/lámina(s)/segundo sustrato. La pila de capas finas se coloca en al menos una de las caras de uno de los sustratos. La pila puede estar en la cara del segundo sustrato que no está en contacto con la lámina, preferentemente de polímero. Esta forma de realización es ventajosa cuando el acristalamiento laminado se ensambla como doble acristalamiento con un tercer sustrato.

Según una forma de realización ejemplar particular de la presente invención, un artículo de vidrio con control solar recubierto 101 que tiene la pila de capas delgadas comprende, a partir del sustrato de vidrio 10, como se ilustra en la Figura 3:

un primer recubrimiento dieléctrico 20 hecho de una capa de nitruro de silicio 21;

una capa de bloqueo 30 hecha de Ni y Cr;

una primera capa funcional 50 a base de plata;

- una capa de bloqueo 31 hecha de Ni y Cr;  
 un segundo recubrimiento dieléctrico 40 hecho de nitruro de silicio;  
 una segunda capa funcional 100 a base de TiN<sub>x</sub>;  
 un tercer recubrimiento dieléctrico 60 hecho de nitruro de silicio; y  
 5 opcionalmente, una capa de recubrimiento 80 hecha de TiZrN<sub>x</sub>.

Ejemplos:

Ejemplo 1:

El siguiente ejemplo ilustra la presente invención.

- 10 Preparación de los sustratos: pila de capas finas y tratamientos térmicos

La pila de capas finas, definida a continuación, se deposita sobre sustratos hechos de vidrio sodocálcico transparente con un espesor de 6 mm.

En el ejemplo de la invención:

- una capa funcional es una capa de plata (Ag),  
 15 otra capa funcional es una capa de nitruro de titanio (TiN<sub>x</sub>),  
 las capas de bloqueo son capas metálicas hechas de aleación de níquel-cromo (NiCr),  
 las capas de barrera dieléctrica están basadas en nitruro de silicio (SiN<sub>x</sub>),  
 la capa de recubrimiento está hecha de óxido de titanio y zirconio (TiZrN<sub>x</sub>).  
 20 La tabla 1 enumera los materiales y los espesores físicos en nanómetros de cada capa o recubrimiento que forma las pilas en función de su posición con respecto al sustrato que soporta la pila (última línea en la parte inferior de la tabla). Los números "Ref." corresponden a las referencias de la FIG. 3. El espesor se refiere al espesor físico.

- 25 Tabla 1: Pila de capas finas - Muestras inventivas

| Elemento                       | N.º de ref. | Muestra 1<br>Espesor (nm) | Muestra 2<br>Espesor (nm) | Muestra 3<br>Espesor (nm) | Muestra 4<br>Espesor (nm) | Muestra 5<br>Espesor (nm) |
|--------------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| TiZrN <sub>x</sub>             | 80          | 5                         | 5                         | 5                         | 5                         | 5                         |
| Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> | 61          | 37                        | 39                        | 61                        | 63                        | 57                        |
| TiN <sub>x</sub>               | 100         | 35                        | 35                        | 42                        | 22                        | 9                         |
| Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> | 41          | <b>72</b>                 | <b>82</b>                 | <b>66</b>                 | <b>101</b>                | <b>119</b>                |
| NiCr                           | 31          | 0,2                       | 0,2                       | 0,2                       | 0,2                       | 0,2                       |

|        |    |      |      |      |      |      |
|--------|----|------|------|------|------|------|
| Ag     | 50 | 8    | 8    | 12   | 12   | 13   |
| NiCr   | 30 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |
| Si3N4  | 21 | 64   | 34   | 54   | 61   | 62   |
| Vidrio | 10 | 6 mm | 6 mm | 6 mm | 6 mm | 6 mm |

#### Ejemplo 2:

También se preparó una muestra comparativa construyendo la pila de capas finas que se muestra en la tabla 2, interpretada a partir de la pila de capas finas de la muestra 3. Este ejemplo comparativo se preparó para estudiar el impacto del espesor del recubrimiento dieléctrico situado entre la primera y la segunda capa funcional. La capa dieléctrica 41 situada entre la primera capa funcional de plata y la segunda capa funcional de TiN tiene un espesor físico de 25 nm, lo que se traduce en un espesor óptico (nd, calculado a 480 nm) de 50 nm. Este espesor óptico no es superior a 110 nm, tal y como se describe en la presente invención. El espesor se refiere al espesor físico.

Tabla 2: Pila de capas finas – Muestra comparativa

| Elemento           | Muestra comparativa 1<br>Espesor (nm) |
|--------------------|---------------------------------------|
| TiZrN <sub>x</sub> | 5                                     |
| Si3N4              | 37                                    |
| TiN <sub>x</sub>   | 35                                    |
| Si3N4              | 25                                    |
| NiCr               | 0.2                                   |
| Ag                 | 8                                     |
| NiCr               | 0,2                                   |
| Si3N4              | 64                                    |
| Vidrio             | 6 mm                                  |

#### 15 Control solar y propiedades ópticas

La tabla 3 enumera las principales características ópticas medidas cuando los acristalamientos forman parte de un doble acristalamiento con una estructura 6/15/6: vidrio de 6 mm/espacio intercalar de 15 mm relleno con un 90 % de argón y un 10 %

de aire/vidrio de 6 mm, estando la pila situada en la cara 2 (la cara 1 del acristalamiento es la cara más externa del acristalamiento, como es habitual). Para estos acristalamientos dobles:

- 5  $T_L$  indica: la transmisión de luz en la región visible en %, medida según la fuente luminosa D65 Obs 2;
- $a^*T$  y  $b^*T$  indican los colores  $a^*$  y  $b^*$  en transmisión en el sistema  $L^*a^*b^*$  medidos según la fuente luminosa D65 Obs 2 y medidos perpendicularmente al acristalamiento;
- 10  $R_{ext}$  indica: la reflexión de la luz en la región visible en %, medida según la fuente luminosa D65 Obs 2 en el lado de la cara más externa, cara 1;
- $a^*R_{ext}$  y  $b^*R_{ext}$  indican los colores  $a^*$  y  $b^*$  en reflexión en el sistema  $L^*a^*b^*$ , medidos según la fuente luminosa D65 Obs 2 en el lado de la cara más externa y, por lo tanto, medidos perpendicularmente al acristalamiento;
- 15  $R_{int}$  indica: la reflexión de la luz en la región visible en %, medida según la fuente luminosa D65 Obs 2 en el lado de la cara interna, cara 4;
- $a^*R_{int}$  y  $b^*R_{int}$  indican los colores  $a^*$  y  $b^*$  en reflexión en el sistema  $L^*a^*b^*$ , medidos según la fuente luminosa D65 Obs 2 en el lado de la cara interna y, por lo tanto, medidos perpendicularmente al acristalamiento.

20 Tabla 3: Propiedades ópticas y de control solar

|                       | Transmisión |        |        | Reflexión interna |        |        | Reflexión externa |        |        | Factor solar | Selectividad |
|-----------------------|-------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------------|--------------|
|                       | $T_L$<br>%  | $a^*T$ | $b^*T$ | $R_{int}$<br>%    | $a^*C$ | $b^*C$ | $R_{ext}$<br>%    | $a^*G$ | $b^*G$ | SF           |              |
| Muestra 1             | 37          | -10,5  | -6,0   | 9                 | 7,2    | -14,2  | 19                | 6,3    | 21,5   | 0,23         | <b>1,61</b>  |
| Muestra 2             | 41          | -8,8   | 4,8    | 10                | 7,1    | -13,1  | 13                | -1,5   | -12    | 0,24         | <b>1,71</b>  |
| Muestra 3             | 25          | -14    | 1,7    | 20                | 8,3    | -29,5  | 20                | 24,9   | 27,3   | 0,15         | <b>1,67</b>  |
| Muestra 4             | 50          | -3,8   | 28,7   | 23                | -18,3  | -25,7  | 18                | -6,3   | -35,2  | 0,28         | <b>1,79</b>  |
| Muestra 5             | 59          | -2,5   | 28,0   | 22                | -4,9   | -25,6  | 23                | -8,5   | -33,6  | 0,36         | <b>1,67</b>  |
| Muestra comparativa 1 | 24          | -3,5   | 0,4    | 12                | -2,7   | -4,7   | 44                | -6,0   | 2,4    | 0,17         | 1,41         |

Todas las muestras según la presente invención alcanzan valores de selectividad elevados  $>1,6$ . Las muestras inventivas son particularmente ventajosas, ya que, además de una alta selectividad, tienen una baja reflexión externa, en particular

inferior al 25 % y, más preferentemente, inferior al 20 %, una baja reflexión interna, en particular inferior al 25 % y, más preferentemente, inferior al 25 %, y una transmisión de luz deseable. Por lo tanto, la invención propuesta permite lograr el rendimiento solar, las propiedades ópticas y estéticas deseadas de forma combinada.

Mientras que la muestra comparativa 1, incluso con la misma pila de capas que la enseñada por la presente invención, sigue sin alcanzar una selectividad alta superior a 1,5. Esto se debe al hecho de que la capa dieléctrica situada entre la primera y la segunda capa funcional no se deposita con el espesor enseñado por la presente invención. Aunque la muestra comparativa 1 alcanza los valores de reflexión externa e interna deseados, la muestra carece de propiedades de rendimiento tales como la selectividad. Por lo tanto, las muestras inventivas, al alcanzar tanto propiedades estéticas como de rendimiento, son beneficiosas y ventajosas.

#### 15 Aplicabilidad industrial

El acristalamiento descrito en la presente divulgación encuentra aplicación como elemento acristalado en la construcción. En este caso de aplicación, el acristalamiento puede formar un acristalamiento doble o triple con el lado recubierto del vidrio dispuesto frente al espacio cerrado dentro del acristalamiento múltiple. El acristalamiento también puede formar un acristalamiento laminado cuya pila de capas puede estar en contacto con el material adhesivo termoplástico que conecta los sustratos, en general PVB. Sin embargo, el acristalamiento según la invención es particularmente útil cuando la pila multicapa está orientada hacia el entorno exterior, ya sea un acristalamiento aislante o un acristalamiento laminado, pero también, opcionalmente, un acristalamiento múltiple. El acristalamiento también puede estar esmaltado. El acristalamiento de la presente divulgación también puede ser recocido, reforzado, endurecido, templado o curvado y/o doblado.

El acristalamiento templado también se puede utilizar en paneles de revestimiento de paredes de edificios de muro cortina para aplicaciones interiores. Además, también se puede utilizar como ventana lateral, ventana trasera o techo solar para un automóvil u otro vehículo.

Tenga en cuenta que no todas las actividades descritas anteriormente en la descripción general o en los ejemplos son necesarias, que es posible que no sea necesaria una parte de una actividad específica y que se pueden realizar una o más

actividades adicionales a las descritas. Además, el orden en que se enumeran las actividades no es necesariamente el orden en que se realizan.

Las ventajas, otras ventajas y soluciones a los problemas se han descrito anteriormente con respecto a formas de realización específicas. Sin embargo, las  
5 ventajas, las soluciones a los problemas y cualquier característica que pueda provocar que se produzca o se acentúe cualquier ventaja o solución no deben interpretarse como una característica crítica, necesaria o esencial de ninguna o de todas las reivindicaciones.

La memoria descriptiva y las ilustraciones de las formas de realización descritas en  
10 el presente documento tienen por objeto proporcionar una comprensión general de la estructura de las diversas formas de realización. La memoria descriptiva y las ilustraciones no pretenden servir como una descripción exhaustiva y completa de todos los elementos y características de los aparatos y sistemas que utilizan las estructuras o métodos descritos en el presente documento. Ciertas características,  
15 que se describen aquí en el contexto de formas de realización separadas para mayor claridad, también pueden proporcionarse en combinación en una única forma de realización. Por el contrario, diversas características que, por brevedad, se describen en el contexto de una única forma de realización, también pueden proporcionarse por separado o en una subcombinación. Además, la referencia a los valores indicados en  
20 rangos incluye todos y cada uno de los valores dentro de ese rango. Muchas otras formas de realización pueden ser evidentes para los expertos en la técnica solo después de leer esta memoria descriptiva. Se pueden utilizar y derivar otras formas de realización de la divulgación, de modo que se pueda realizar una sustitución estructural, una sustitución lógica u otro cambio sin apartarse del alcance de la divulgación. Por consiguiente, la divulgación debe considerarse ilustrativa y no restrictiva.  
25

La descripción, junto con las figuras, se proporciona para ayudar a comprender las enseñanzas aquí divulgadas, se proporciona para ayudar a describir las enseñanzas y no debe interpretarse como una limitación del alcance o la aplicabilidad de las enseñanzas. Sin embargo, sin duda se pueden utilizar otras enseñanzas en esta  
30 aplicación.

Tal como se utilizan en el presente documento, los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye”, “que incluye”, “tiene”, “que tiene” o cualquier otra variación de los mismos, pretenden abarcar una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un método,

artículo o aparato que comprende una lista de características no se limita necesariamente solo a esas características, sino que puede incluir otras características no enumeradas expresamente o inherentes a dicho método, artículo o aparato. Además, a menos que se indique expresamente lo contrario, “o” se refiere a un “o” inclusivo y no a un “o” exclusivo. Por ejemplo, una condición A o B se cumple con cualquiera de las siguientes: A es verdadera (o está presente) y B es falsa (o no está presente), A es falsa (o no está presente) y B es verdadera (o está presente), y tanto A como B son verdaderas (o están presentes).

Asimismo, se emplea el uso de “un” o “una” para describir los elementos y componentes aquí descritos. Esto se hace simplemente por comodidad y para dar una idea general del alcance de la invención. Esta descripción debe leerse de manera que incluya uno o al menos uno, y el singular también incluye el plural, o viceversa, a menos que se indique claramente lo contrario. Por ejemplo, cuando se describe un solo elemento en el presente documento, se puede utilizar más de un elemento en lugar de un solo elemento. Del mismo modo, cuando se describe más de un elemento en el presente documento, se puede sustituir ese más de un elemento por un solo elemento.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en el presente documento tienen el mismo significado que el comúnmente entendido por un experto en la técnica a la que pertenece la presente invención. Los materiales, métodos y ejemplos son meramente ilustrativos y no pretenden ser limitativos. En la medida en que no se describan ciertos detalles relativos a materiales y procesos específicos, dichos detalles pueden incluir enfoques convencionales, que pueden encontrarse en libros de referencia y otras fuentes dentro de las técnicas de fabricación.

Si bien los aspectos de la presente divulgación se han mostrado y descrito particularmente con referencia a las formas de realización anteriores, los expertos en la técnica comprenderán que se pueden contemplar diversas formas de realización adicionales mediante la modificación de las máquinas, los sistemas y los métodos descritos, sin apartarse del espíritu y el alcance de lo que se divulga. Dichas formas de realización deben entenderse dentro del alcance de la presente divulgación, según se determina en base a las reivindicaciones y cualquier equivalente de las mismas.

### Lista de elementos

TÍTULO: ACRISTALAMIENTO QUE COMPRENDE UNA PILA DE CAPAS DELGADAS CON DOS CAPAS FUNCIONALES A BASE DE PLATA Y NITRURO DE TITANIO

- 10     Sustrato de vidrio
- 20     Primera capa dieléctrica
- 21     Capas dieléctricas
- 30, 31 Capas bloqueadoras
- 50     Primera capa funcional
- 40     Segunda capa dieléctrica
- 41     Capas dieléctricas
- 90, 91 Capas bloqueadoras
- 100    Segunda capa funcional
- 60     Segundo recubrimiento dieléctrico
- 61     Capas dieléctricas
- 80     Capa de recubrimiento
- 101    Artículo de vidrio/Acristalamiento