

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 782**

51 Int. Cl.:

**C03C 17/36**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2019 PCT/EP2019/064863**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2019 WO19238537**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2019 E 19728091 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2022 EP 3807225**

54 Título: **Material que comprende un apilamiento con propiedades térmicas y estéticas**

30 Prioridad:

**12.06.2018 FR 1870680**

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

**10.11.2022**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ONGARELLO, TOMMASO**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 2 927 782 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

Material que comprende un apilamiento con propiedades térmicas y estéticas

5 La presente invención se refiere a un material que comprende un sustrato transparente sobre cuya superficie se deposita un apilamiento de capas que comprende a su vez una pluralidad de capas funcionales que hacen posible influir sobre la radiación solar y/o infrarroja capaz de incidir sobre dicha superficie. El material de la invención es digno de mención porque tiene cualidades de elevado rendimiento térmico y también un atractivo aspecto de superficie brillante de color neutro. La invención también se refiere a un acristalamiento que comprende un material de este tipo.

10 Los acuerdos y pronunciamientos legales que tienen el objetivo de reducir los impactos ambientales de las actividades humanas están aumentando a nivel regional, nacional e internacional. Estos acuerdos y pronunciamientos tienen como objetivo, en particular, reducir el consumo energético de las infraestructuras. Los mismos recomiendan o exigen especialmente el equipamiento de edificios y vehículos de transporte para reducir el consumo energético de sus medios de aire acondicionado y calefacción.

15 Las superficies de vidrio frecuentemente constituyen la mayor parte de las superficies externas de edificios y vehículos de transporte. Su cuota sigue aumentando para cubrir la necesidad de los usuarios en cuanto a iluminación con luz natural. Sin embargo, estas superficies de vidrio pueden ser fuentes de calor pasivas, en particular durante los períodos de fuerte exposición a la luz solar, e igualmente pueden ser disipadores de calor durante los períodos de invierno. Por consiguiente, las variaciones de temperatura en el interior de los edificios y vehículos equipados con estas superficies de vidrio pueden ser muy elevadas. Estas variaciones de temperatura pueden provocar sensaciones de incomodidad y provocar un uso significativo de los medios de aire acondicionado y calefacción.

20 Por estas razones de ahorro energético y confort, hay que funcionalizar las superficies de vidrio para influir en la radiación solar y/o infrarroja incidente y para reducir los fenómenos de “efecto invernadero”. Estas superficies generalmente se funcionalizan mediante la deposición sobre dichas superficies de un apilamiento de capas que comprenden capas metálicas funcionales. Estas capas confieren a las superficies y también a los acristalamientos que las comprenden, funciones “selectivas” que hacen posible reducir la cantidad de energía transmitida a través del acristalamiento hacia el interior sin perjudicar la transmisión de la luz en el espectro visible. La publicación de la solicitud WO 2015/077064 A2 se refiere a una superficie de vidrio funcionalizada que posee tres capas funcionales de plata con rendimiento térmico.

25 Las cualidades de rendimiento de las superficies de vidrio funcionalizadas y de los acristalamientos que comprenden estas superficies generalmente se evalúan usando tres parámetros:

- 30 - el factor solar,  $g$ , definido como la relación entre la energía total transmitida a través de la superficie de vidrio o el acristalamiento hacia el interior y la radiación solar incidente;
- 35 - la transmisión de la luz en el espectro visible,  $LT$ , definida como la relación entre la cantidad de luz incidente y la cantidad de luz del espectro visible transmitida a través de la superficie de vidrio o el acristalamiento;
- 40 - la selectividad,  $s$ , definida como la relación entre la transmisión de la luz  $LT$  y el factor solar,  $g$ , es decir,  $LT/g$ .

45 Cuanto mayor sea la selectividad,  $s$ , de una superficie de vidrio funcionalizada o de un acristalamiento que comprende una superficie de vidrio funcionalizada, mayores serán sus cualidades térmicas, es decir, menor será la cantidad de energía transmitida a través del acristalamiento hacia el interior, idealmente sin perjudicar la transmisión de la luz en el espectro visible. Según la definición anterior, se puede obtener una selectividad elevada aumentando la transmisión de la luz,  $LT$ , y/o disminuyendo el factor solar,  $g$ .

50 La transmisión de la luz y el factor solar dependen especialmente de los espesores de las capas metálicas funcionales comprendidas en el apilamiento de capas depositadas sobre la superficie del sustrato transparente que forma la superficie de vidrio. La transmisión de la luz y el factor solar varían de forma contradictoria con los espesores de las capas funcionales. Cuanto más gruesas son las capas funcionales, menor es la transmisión de la luz, pero mayor el factor solar. Por el contrario, cuanto más delgadas son las capas funcionales, menor es el factor solar, pero mayor es la transmisión de la luz.

55 Por lo tanto, las superficies de vidrio funcionalizadas y los acristalamientos que las componen idealmente tienen funciones de manera que:

- 60 - la transmisión de la luz es máxima, de al menos el 45 %, de hecho, incluso del 50 %;

- el factor solar,  $g$ , es de como máximo el 30 %;
- la selectividad,  $s$ , es igual o superior a 1,5, de hecho, incluso de 1,7.

5 Las superficies de vidrio también pueden tener una función estética para los edificios y los vehículos de transporte en los que pueden incorporarse. En algunas aplicaciones, deben presentar, en la reflexión externa, un aspecto de superficie brillante de color neutro, es decir, preferiblemente cercano al color gris en la gama cromática azul-verde. Lo ideal es que las tonalidades del color no varíen mucho según el ángulo de observación. Este aspecto superficial es similar estéticamente al de un espejo.

10 Generalmente, se obtiene un aspecto superficial de este tipo cuando la reflexión externa de la superficie de vidrio es igual o superior al 25 % y cuando los valores de los dos parámetros  $a^*$  y  $b^*$  en el sistema  $L^*a^*b^*$  son cercanos a cero, idealmente de entre -5 y 0. La reflexión externa depende en parte del espesor de las capas metálicas funcionales. Cuanto más gruesas son las capas metálicas funcionales, mayor es la reflexión externa y viceversa.

15 En efecto, se ha descubierto que cualquier aumento de espesor de las capas metálicas funcionales provoca una disminución de la transmisión de la luz que el aumento simultáneo del factor solar no permite compensar. Por consiguiente, aunque la reflexión externa aumenta cuando aumenta el espesor de las capas metálicas funcionales, la selectividad disminuye de manera perjudicial para las cualidades térmicas. La superficie de vidrio funcionalizada o el acristalamiento que la comprende pueden tener por lo tanto un aspecto de superficie brillante, pero unas cualidades térmicas mediocres. Además, el simple aumento de los espesores de las capas metálicas funcionales no permite obtener un color neutro en la reflexión externa.

25 La presente invención resuelve este problema. Se refiere a un material que comprende un sustrato transparente, sobre al menos una superficie del cual se deposita un apilamiento de capas que comprende, desde el sustrato, tres capas metálicas funcionales a base de plata, F1, F2 y F3, con espesores físicos EF1, EF2 y EF3, respectivamente, y cuatro conjuntos dieléctricos de capas, E1, E2, E3 y E4, con espesores ópticos que son EO1, EO2, EO3 y EO4, respectivamente, estando colocadas cada una de las capas metálicas funcionales a base de plata, F1, F2 y F3, respectivamente, entre los dos conjuntos dieléctricos de capas, E1 y E2, E2 y E3, y E3 y E4, estando dicho material caracterizado por que:

- la relación entre el espesor físico EF1 de la capa metálica funcional F1 y el espesor físico EF2 de la capa metálica funcional F2 es de entre 0,95 y 1,05;
- 35 - el espesor físico EF3 de la capa metálica funcional F3 es superior a los espesores físicos, EF1 y EF2, de las capas funcionales F1 y F2;
- el espesor óptico EO2 del conjunto dieléctrico de las capas E2 es de entre 60 y 80 nm;
- 40 - los espesores ópticos EO1, EO2, EO3 y EO4 son de manera que  $EO2 < EO4 < EO1 < EO3$ .

En la presente descripción, se usan las siguientes definiciones y convenciones.

45 La posición del sustrato puede ser horizontal, vertical o inclinada, según se elija para la implementación de la invención. El orden de enumeración de las capas o de los conjuntos de capas se define desde el sustrato en la dirección de la superficie del apilamiento opuesto al sustrato. Por lo tanto, la capa metálica funcional F1 y el conjunto dieléctrico E1 de capas son los más cercanos al sustrato. La capa metálica funcional F3 y el conjunto dieléctrico E4 de capas son los más alejados desde el sustrato.

50 El término “encima”, respectivamente “debajo”, que describe la posición de una capa o de un conjunto de capas y definido con respecto a la posición de una capa funcional, significa que dicha capa o dicho conjunto de capas está más cerca, respectivamente más lejos, del sustrato. Estos dos términos, “encima” y “debajo”, no significan en absoluto que la capa o el conjunto de capas que describen y la capa funcional con respecto a la que se definen estén en contacto. No excluyen la presencia de otras capas intermedias entre estas dos capas. La expresión “en contacto” se usa explícitamente para indicar que no hay ninguna otra capa colocada entre ellas.

55 El término “externa”, respectivamente “interna”, cuando describe una superficie del sustrato o un parámetro óptico o físico de una superficie del sustrato, indica la superficie del sustrato dirigida hacia el exterior, respectivamente hacia el interior, de las instalaciones, por ejemplo, un edificio o un vehículo, en el que se usa el sustrato.

60 Sin mayor información ni calificativo, el término “espesor” utilizado para una capa corresponde al espesor físico, real o geométrico,  $t$ , de dicha capa. Se expresa en nanómetros. La expresión “espesor óptico” se usa para indicar explícitamente el espesor óptico, indicado  $t_0$ , de una capa. Se define por la relación  $t_0 = n \cdot t$ , donde  $n$  es el índice de refracción de la capa y  $t$  su espesor físico, real o geométrico. El índice de refracción de las capas se mide en la longitud de onda electromagnética de 550 nm. El espesor óptico también se expresa en nanómetros.

65

La expresión “ensamblaje dieléctrico de capas” indica una o más capas en contacto entre sí formando un apilamiento que es globalmente dieléctrico, es decir, que no tiene las funciones de una capa metálica funcional. Si el conjunto dieléctrico comprende varias capas, estas últimas pueden ser a su vez dieléctricas. El espesor físico, real o geométrico, respectivamente el espesor óptico, de un conjunto dieléctrico de capas corresponde a la suma de los espesores físicos, reales o geométricos, respectivamente de los espesores ópticos, de cada una de las capas que lo constituyen.

En la presente descripción, la expresión “a base de”, usada para describir un material o una capa con respecto a lo que contiene, significa que la fracción en peso del constituyente que lo comprende es de al menos el 50 %, en particular, al menos el 70 %, preferiblemente al menos el 90 %.

La transmisión de la luz, la reflexión de la luz, el factor solar y la selectividad se definen, se miden y se calculan de conformidad con las normas EN 410 y EN 14501. El color se mide en el espacio de color  $L^*a^*b^*$  CIE 1976 según la norma ISO 11664 con un iluminante D65 y un campo visual de 2° para el observador de referencia.

Un acristalamiento que comprende un material según la invención presenta una reflexión de la luz externa de al menos el 25 %, una transmisión de la luz en el espectro visible de al menos el 48 %, un factor solar de al menos al menos 25 y una selectividad de al menos 1,8. El aspecto estético del acristalamiento se caracteriza por un color neutro en la reflexión externa. En particular, los valores de los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  en el espacio de color  $L^*a^*b^*$  son cercanos a 0, en particular, de entre -6 y 1.

Cada conjunto dieléctrico de capas comprende generalmente al menos una capa a base de un material dieléctrico que puede ser a base de nitruros y/o a base de óxidos.

Las capas metálicas funcionales son capas continuas. Hay tres de ellas. La fracción en peso de plata presente en las capas metálicas funcionales a base de plata es de al menos el 95 %, preferiblemente al menos el 98 %.

Para reducir la cantidad de sustancia depositada, los espesores de las capas metálicas funcionales a base de plata pueden reducirse ventajosamente, sin perjudicar las cualidades de rendimiento térmicas y estéticas, siempre que la relación entre el espesor físico EF1 de la capa metálica funcional F1 y el espesor físico EF2 de la capa metálica funcional F2 permanezca entre 0,95 y 1,05 y el espesor de la capa física EF3 de la capa metálica funcional F3 permanezca superior a los espesores físicos de las capas funcionales F1 y F2.

En una realización de la invención, la suma de los espesores físicos, EF1, EF2 y EF3, de las capas funcionales E1, F2 y F3 es preferiblemente de entre 30 nm y 36 nm.

Como ejemplos no limitantes, cada uno de los espesores físicos, EF1 y EF2, de las capas funcionales F1 y F2 pueden ser de entre 6 nm y 12 nm, preferiblemente de entre 8 nm y 11 nm, y el espesor físico EF3 de la capa funcional F3 puede ser de entre 10 nm y 20 nm, preferiblemente de entre 12 nm y 13 nm.

Por la misma razón de reducción de la cantidad de sustancia depositada, se pueden reducir los espesores de los conjuntos dieléctricos de capas, sin perjudicar las cualidades de rendimiento térmicas y estéticas, siempre que el espesor óptico EO2 del conjunto dieléctrico de capas E2 sea de entre 60 y 80 nm y que los espesores ópticos EO1, EO2, EO3 y EO4 sean de manera que  $EO2 < EO4 < EO1 < EO3$ .

Como ejemplo no limitante, el espesor óptico EO1 del conjunto dieléctrico de capas E1 puede ser de entre 120 nm y 150 nm. **[R6]** El espesor óptico EO3 del conjunto dieléctrico de capas E3 puede ser de entre 150 nm y 180 nm. El espesor óptico EO4 del conjunto dieléctrico de capas E4 puede ser de entre 70 nm y 90 nm.

En una realización de la invención, cada uno de los cuatro conjuntos dieléctricos de capas comprende al menos una capa dieléctrica a base de un material elegido de nitruro de silicio, nitruro de titanio, óxido de cinc, óxido de zinc y estaño, óxido de titanio, óxido de silicio u óxido de titanio y estaño, solos o en combinación.

El apilamiento también puede comprender, además, una capa de “bloqueo” colocada encima y en contacto con una capa metálica funcional a base de plata. La función de esta capa, generalmente de muy bajo espesor, es proteger la capa de plata cuando la deposición de la siguiente capa se realiza en una atmósfera oxidante o cuando determinados elementos, tales como el oxígeno, pueden migrar de una capa a la otra durante un tratamiento térmico. Si es necesario proteger cada capa de plata, es ventajoso colocar una capa de bloqueo encima y en contacto con cada capa funcional a base de plata que comprende el apilamiento. Esta capa es preferiblemente a base de metales o aleaciones elegidas de Ti y NiCr.

También es posible colocar una capa de bloqueo debajo y en contacto con una capa metálica funcional a base de plata. Si es necesario proteger cada capa de plata, puede ser ventajoso colocar una capa de bloqueo debajo y en contacto con cada capa metálica funcional a base de plata que comprende el apilamiento.

En una realización de la invención, el apilamiento de capas comprende adicionalmente al menos una capa de bloqueo colocada encima y en contacto y/o debajo y en contacto con una capa metálica funcional a base de plata, siendo el espesor físico de dicha capa o capas de bloqueo igual o inferior a 5 nm. Como ejemplo no limitante, la capa de bloqueo es una capa metálica a base de aleación de NiCr.

Puede ser ventajoso, para algunas aplicaciones, que el conjunto del apilamiento comprenda una capa protectora para protegerlo de posibles cambios fisicoquímicos perjudiciales por la atmósfera o el entorno externo con el que puede estar en contacto. En este sentido, el apilamiento de capas puede comprender adicionalmente una capa protectora colocada encima de su superficie que puede estar en contacto con la atmósfera, siendo el espesor físico de dicha capa protectora igual o inferior a 5 nm. Como ejemplo no limitante, la capa protectora puede ser una capa a base de aleación de TiZr.

El apilamiento puede comprender adicionalmente al menos una capa estabilizadora de “contacto inferior” colocada debajo y en contacto con una capa metálica funcional a base de plata. La función de esta capa, generalmente de muy bajo espesor, es promover la adhesión y la cristalización de la plata. En este sentido, puede ser ventajoso que una capa de este tipo se coloque debajo y en contacto con cada capa metálica funcional a base de plata que comprenda el apilamiento. Esta capa es preferiblemente a base de óxidos elegidos de óxidos de cinc, óxidos de níquel, óxidos de magnesio, óxidos mixtos de cinc y estaño, óxidos mixtos de cinc y magnesio u óxidos mixtos de cinc y titanio.

Si una capa de bloqueo está presente debajo y en contacto con una capa metálica funcional a base de plata, la capa de “contacto inferior” se puede colocar preferiblemente debajo y en contacto con esta capa de bloqueo.

La capa de “contacto inferior” se considera incluida en el conjunto dieléctrico de capas que se coloca debajo de la capa metálica funcional a base de plata con la que se relaciona.

Los compuestos incluidos en las capas de “contacto inferior” pueden presentar discrepancias en la estequiometría para los contenidos de oxígeno, de nitrógeno y/o de otros elementos. Pueden comprender elementos dopantes, tales como aluminio para óxido de cinc.

No se requiere que los compuestos incluidos en las capas de los conjuntos dieléctricos de capas, en las capas de bloqueo, en las capas de “contacto inferior” o en las capas protectoras, en particular los indicados como ejemplo, sean perfectamente estequiométricos. En particular, pueden presentar discrepancias en la estequiometría para los contenidos de oxígeno, de nitrógeno y/o de otros elementos, tales como elementos dopantes.

El sustantivo “estequiometría” y sus adjetivos derivados deben interpretarse según el significado convencional en el campo técnico. Significa, en particular, que las proporciones de los elementos químicos que constituyen un compuesto corresponden a las del “compuesto definido”, como lo definen los diagramas termoquímicos o las convenciones vigentes en el campo técnico.

En una primera realización preferida de la invención, el apilamiento comprende, desde el sustrato transparente:

- un primer conjunto dieléctrico de capas, cuyo espesor óptico es de entre 120 nm y 150 nm y que comprende:
  - a. una capa dieléctrica a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 130 nm y 145 nm;
  - b. una capa de “contacto inferior” a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 y 20 nm;
- una primera capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
- una primera capa metálica funcional a base de plata, cuyo espesor físico es de entre 8 nm y 11 nm;
- una segunda capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
- un segundo conjunto dieléctrico de capas, cuyo espesor óptico es de entre 60 nm y 80 nm y que comprende:
  - a. una capa dieléctrica a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 nm y 15 nm;
  - b. una capa dieléctrica a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 50 nm y 60 nm;
  - c. una capa de “contacto inferior” a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 y 15 nm;

## ES 2 927 782 T3

- una tercera capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
  - 5 - una segunda capa metálica funcional a base de plata, cuyo espesor físico es de entre 8 nm y 11 nm;
  - una cuarta capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
  - 10 - un tercer conjunto dieléctrico de capas, cuyo espesor óptico es de entre 150 nm y 180 nm y que comprende:
    - a. una capa dieléctrica a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 nm y 20 nm;
    - 15 b. una capa dieléctrica a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 120 y 140 nm;
    - c. una capa dieléctrica a base de óxido de cinc y estaño, cuyo espesor óptico es de entre 10 y 20 nm;
    - d. una capa de "contacto inferior" a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 y 15 nm;
  - 20 - una tercera capa metálica funcional a base de plata, cuyo espesor físico es de entre 10 nm y 20 nm;
  - una quinta capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
  - 25 - un cuarto conjunto dieléctrico de capas, cuyo espesor óptico es de entre 70 nm y 90 nm y que comprende:
    - a. una capa dieléctrica a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 10 nm y 20 nm;
    - 30 b. una capa dieléctrica a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 60 nm y 80 nm;
  - una capa protectora a base de aleación de titanio y circonio, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm.
- En una segunda realización preferida de la invención, el apilamiento consiste en, desde el sustrato transparente:
- 35 - un primer conjunto dieléctrico de capas, cuyo espesor óptico es de entre 120 nm y 150 nm y que comprende:
    - a. una capa dieléctrica a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 130 nm y 145 nm;
    - 40 b. una capa de "contacto inferior" a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 y 20 nm;
  - una primera capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
  - 45 - una primera capa metálica funcional a base de plata, cuyo espesor físico es de entre 8 nm y 11 nm;
  - una segunda capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
  - 50 - un segundo conjunto dieléctrico de capas, cuyo espesor óptico es de entre 60 nm y 80 nm y que comprende:
    - a. una capa dieléctrica a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 nm y 15 nm;
    - 55 b. una capa dieléctrica a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 50 nm y 60 nm;
    - c. una capa de "contacto inferior" a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 y 15 nm;
  - 60 - una tercera capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
  - una segunda capa metálica funcional a base de plata, cuyo espesor físico es de entre 8 nm y 11 nm;
  - 65 - una cuarta capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;

- un tercer conjunto dieléctrico de capas, cuyo espesor óptico es de entre 150 nm y 180 nm y que comprende:
  - a. una capa dieléctrica a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 nm y 20 nm;
  - b. una capa dieléctrica a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 120 y 140 nm;
  - c. una capa dieléctrica a base de óxido de cinc y estaño, cuyo espesor óptico es de entre 10 y 20 nm;
  - d. una capa de "contacto inferior" a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 y 15 nm;
- una tercera capa metálica funcional a base de plata, cuyo espesor físico es de entre 10 nm y 20 nm;
- una quinta capa de bloqueo metálica a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
- un cuarto conjunto dieléctrico de capas, cuyo espesor óptico es de entre 70 nm y 90 nm y que comprende:
  - a. una capa dieléctrica a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 10 nm y 20 nm;
  - b. una capa dieléctrica a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 60 nm y 80 nm;
- una capa protectora a base de aleación de titanio y circonio, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm.

El sustrato transparente según la invención puede ser un sustrato que sea inorgánico u orgánico, rígido o flexible, o plano o curvado. Preferiblemente será incoloro para minimizar la absorción de la luz y conservar, por lo tanto, una transmisión de la luz máxima.

Son ejemplos de sustratos orgánicos que se pueden usar ventajosamente en la implementación de la invención materiales poliméricos, tales como polietilenos, poliésteres, poliacrilatos, policarbonatos, poliuretanos o poliamidas. Estos polímeros pueden ser fluoropolímeros.

Son ejemplos de sustratos inorgánicos que pueden emplearse ventajosamente en la invención láminas de vidrio inorgánico o vitrocerámica. El vidrio es preferiblemente un vidrio de tipo sosa-cal-sílice, borosilicato, aluminosilicato o también aluminoborosilicato.

Según una realización del material según la invención, el apilamiento se deposita sobre el sustrato transparente usando métodos de deposición convencionales conocidos por la persona experta en la técnica. Preferiblemente, el apilamiento se puede depositar mediante el método de desintegración catódica asistida por campo magnético (proceso del magnetron).

En una realización específica de la invención, el sustrato transparente es una lámina de vidrio inorgánico.

Cuando el sustrato es una lámina de vidrio inorgánico, el material puede someterse a un tratamiento térmico de templado. Después del tratamiento térmico, presenta, a continuación, una reflexión de la luz externa de al menos el 25 %, una transmisión de la luz en el espectro visible de al menos el 48 %, un factor solar de al menos 25, una selectividad de al menos 1,8 y valores de los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  en el espacio de color  $L^*a^*b^*$  cercanos a 0, especialmente entre -6 y 1.

Un ejemplo de tratamiento térmico consiste en calentar el material a temperaturas de entre 550 °C y 750 °C durante varios minutos y después enfriarlo rápidamente al aire o por cualquier otro medio apropiado. El período de tiempo durante el cual el material se calienta varía en función del espesor de la lámina de vidrio. Los periodos de tiempo habituales para las láminas de vidrio destinadas a acristalamientos son de entre 30 segundos y 5 minutos.

Cuando el sustrato transparente es una lámina de vidrio, el material según la invención puede ser entonces un elemento de un acristalamiento monolítico, laminado o múltiple.

Un acristalamiento monolítico comprende solamente una única lámina de vidrio. Cuando el material según la invención se usa como acristalamiento monolítico, el apilamiento se deposita preferiblemente sobre la cara de la lámina de vidrio dirigida hacia el interior del local del edificio en cuyas paredes se instala el acristalamiento. En una configuración de este tipo, puede ser ventajoso proteger el apilamiento de daño físico o químico usando un medio apropiado.

Un acristalamiento múltiple comprende al menos dos láminas de vidrio paralelas separadas por una cavidad llena de gas aislante. La mayoría de los acristalamientos múltiples son dobles o triples, es decir, que comprenden respectivamente dos o tres acristalamientos. Cuando el material según la invención se usa como elemento de un

acristalamiento múltiple, el apilamiento se deposita preferiblemente sobre la cara de la lámina de vidrio dirigida hacia el interior en contacto con el gas aislante. Esta disposición tiene la ventaja de proteger el apilamiento del daño químico o físico del entorno externo.

5 Un acristalamiento laminado comprende al menos dos láminas de vidrio paralelas separadas por una lámina introducida. Esta lámina introducida es, generalmente, un material orgánico, tal como, por ejemplo, polivinilbutiral (PVB). Cuando el material según la invención se usa como elemento de un acristalamiento laminado, el apilamiento se puede depositar sobre una cualquiera de las caras de la lámina de vidrio, estén o no estas caras en contacto con la lámina introducida. La deposición del apilamiento sobre la cara de la lámina de vidrio en contacto con la lámina introducida puede ser ventajosa para protegerla del daño químico o físico del entorno externo. Sin embargo, se debe tener cuidado de que los constituyentes de la lámina introducida no puedan interactuar con las capas del apilamiento y causarle daños.

15 Un acristalamiento que comprende un material según la invención presenta un color neutro en reflexión externa en la gama cromática azul o azul-verde. La apariencia visual varía poco sea cual sea el ángulo de observación. En el sistema  $L^*a^*b^*$ , el color del acristalamiento se caracteriza preferiblemente, en reflexión externa, por un valor para el parámetro  $a^*$  de entre -6 y 0 y un valor del parámetro  $b^*$  de entre -6 y 0.

20 Las características y las ventajas del material según la invención se ilustran mediante los ejemplos que se describen a continuación y las figuras correspondientes.

La [Fig. 1] es una representación esquemática de una primera realización de un material de la invención.

25 La [Fig. 2] es una representación esquemática de una segunda realización de un material según la invención.

La [Fig. 3] es una representación esquemática de un doble acristalamiento que comprende un material según la invención.

30 La Figura 1 representa esquemáticamente una realización del material de la invención. El material 1000 comprende un sustrato transparente 1001a, sobre al menos una superficie del cual se deposita un apilamiento 1001b de capas que comprende tres capas metálicas funcionales a base de plata 1004, 1008 y 1011 y cuatro conjuntos dieléctricos 1002, 1006, 1010 y 1013 de capas, cada una de las capas metálicas funcionales a base de plata 1004, 1008 y 1011 está colocada respectivamente entre los dos conjuntos dieléctricos 1002 y 1006, 1006 y 1010 y 1010 y 1013 de capas. El apilamiento puede comprender adicionalmente cinco capas de bloqueo 1003, 1005, 1007, 1009 y 1012. Una primera capa de bloqueo 1003 se coloca debajo y en contacto con la primera capa metálica funcional 1004. Una segunda capa de bloqueo 1005 se coloca encima y en contacto con la primera capa metálica funcional 1004. Una tercera capa de bloqueo 1007 se coloca debajo y en contacto con la segunda capa metálica funcional 1008. Una cuarta capa de bloqueo 1009 se coloca encima y en contacto con la segunda capa metálica funcional 1008. Una quinta capa de bloqueo 1012 se coloca encima y en contacto con la tercera capa metálica funcional 1011.

40 La Figura 2 representa esquemáticamente una segunda realización del material de la invención. El material 2000 comprende un sustrato transparente 2001a, sobre al menos una superficie del cual se deposita un apilamiento 2001b de capas que comprende tres capas metálicas funcionales a base de plata 2004, 2008 y 2011 y cuatro conjuntos dieléctricos 2002, 2006, 2010 y 2013 de capas, estando cada una de las capas metálicas funcionales a base de plata 2004, 2008 y 2011 colocada, respectivamente, entre los dos conjuntos dieléctricos 2002 y 2006, 2006 y 2010 y 2010 y 2013 de capas. En la figura, los índices x, y, z asociados a los elementos químicos del material que forma una capa corresponden a las relaciones molares de estos elementos en el material que forma la capa. Estas relaciones pueden ser estequiométricas, subestequiométricas o superestequiométricas. Por ejemplo, el apilamiento 2001b puede comprender, desde el sustrato transparente 2001a:

- 50 - un primer conjunto dieléctrico 2002 de capas, cuyo espesor óptico es de entre 120 nm y 150 nm y que comprende:
  - 55 a. una capa dieléctrica 2002a a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 130 nm y 145 nm;
  - b. una capa de "contacto inferior" 2002b a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 y 20 nm;
- una primera capa de bloqueo metálica 2003 a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
- 60 - una primera capa metálica funcional 2004 a base de plata, cuyo espesor físico es de entre 8 nm y 11 nm;
- una segunda capa de bloqueo metálica 2005 a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;

65

- un segundo conjunto dieléctrico 2006 de capas, cuyo espesor óptico es de entre 60 nm y 80 nm y que comprende:
  - a. una capa dieléctrica 2006a a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 nm y 15 nm;
  - b. una capa dieléctrica 2006b a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 50 nm y 60 nm;
  - c. una capa de “contacto inferior” 2006c a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 y 15 nm;
- una tercera capa de bloqueo metálica 2007 a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
- una segunda capa metálica funcional 2008 a base de plata, cuyo espesor físico es de entre 8 nm y 11 nm;
- una cuarta capa de bloqueo metálica 2009 a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
- un tercer conjunto dieléctrico 2010 de capas, cuyo espesor óptico es de entre 150 nm y 180 nm y que comprende:
  - a. una capa dieléctrica 2010a a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 nm y 20 nm;
  - b. una capa dieléctrica 2010b a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 120 nm y 140 nm;
  - c. una capa dieléctrica 2010c a base de óxido de cinc y estaño, cuyo espesor óptico es de entre 10 y 20 nm;
  - d. una capa de “contacto inferior” 2010d a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 5 y 15 nm;
- una tercera capa metálica funcional 2011 a base de plata, cuyo espesor físico es de entre 10 nm y 20 nm;
- una quinta capa de bloqueo metálica 2012 a base de aleación de níquel y cromo, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm;
- un cuarto conjunto dieléctrico 2013 de capas, cuyo espesor óptico es de entre 70 nm y 90 nm y que comprende:
  - a. una capa dieléctrica 2013a a base de óxido de cinc, cuyo espesor óptico es de entre 10 nm y 20 nm;
  - b. una capa dieléctrica 2013b a base de nitruro de silicio, cuyo espesor óptico es de entre 60 nm y 80 nm;
- una capa protectora 2014 a base de aleación de titanio y circonio, cuyo espesor físico es de entre 0,1 nm y 5 nm.

Los intervalos de espesor se muestran para cada capa opuesta a la capa correspondiente en la Figura 2. Los espesores mostrados para las capas que forman los conjuntos dieléctricos corresponden a los espesores ópticos de dichas capas. Los espesores mostrados para las capas metálicas funcionales a base de plata, las capas de bloqueo, las capas de “contacto inferior” y la capa protectora corresponden a los espesores físicos, reales o geométricos de dichas capas.

La Figura 3 representa esquemáticamente una sección transversal de un doble acristalamiento 3000 que comprende un material según la invención. En la figura, (E) corresponde al exterior del local donde se instala el acristalamiento, e (I) al interior del acristalamiento. El acristalamiento 3000 comprende una primera lámina de vidrio 3001 con una superficie interna 3001a y una superficie externa 3001b, una segunda lámina de vidrio 3002 con una superficie interna 3002a y una superficie externa 3002b, una cavidad 3004 llena de gas aislante, un espaciador 3005 y un sello 3006. La lámina de vidrio 3001 comprende, en su superficie interna 3001a en contacto con el gas de la cavidad 3004 llena de gas aislante, un apilamiento 3003 según la invención. El apilamiento 3002 se coloca de manera que su superficie externa 3003a, que es opuesta a la 3001a de la lámina de vidrio 3001, se dirige hacia el interior (I) del local, por ejemplo, un edificio o un vehículo, en el que se usa el acristalamiento.

Con el fin de ilustrar el efecto técnico específico de la presente invención, se fabricaron dos Ejemplos, Ej1 y Ej2, de material según la invención y tres Ejemplos comparativos, EjC1, EjC2 y EjC3, de materiales, que no tienen las características de los materiales según la invención. Se describen en la Tabla 1. Los apilamientos de capas se depositaron sobre un sustrato transparente correspondiente a una lámina de vidrio de sosa-cal-sílice con un espesor de 6 mm. Las condiciones para la deposición de capas son las normalmente utilizadas por una persona experta en la técnica para una pulverización catódica asistida por campo magnético (proceso del magnetron) y están ampliamente documentadas en la bibliografía, por ejemplo, las solicitudes de patente WO2012/093238 y

WO2017/006029. Después de la deposición de los apilamientos sobre las láminas de vidrio de sosa-cal-sílice con un espesor de 6 mm, los materiales obtenidos se sometieron a un tratamiento térmico de templado. Se calentaron entre 650 °C y 750 °C durante 4 a 6 minutos y después se enfriaron rápidamente al aire.

5 Los dos Ejemplos Ej1 y Ej2 de material según la invención corresponden a la realización ilustrada por la Figura 1.

Cada uno de estos apilamientos de capas comprende:

- 10
- tres capas metálicas funcionales a base de plata, indicadas F1, F2 y F3 respectivamente desde el sustrato;
  - cuatro conjuntos dieléctricos de capas, indicados E1, E2, E3 y E4, respectivamente.

Pueden comprender una o más capas de bloqueo, indicadas  $B_i$ , donde  $i$  representa el número de la capa.

15 Los valores de la Tabla 1 corresponden a los espesores ópticos totales para los conjuntos dieléctricos, es decir, a las sumas de los espesores ópticos de las capas que respectivamente los constituyen, y a los espesores físicos, reales o geométricos para las capas metálicas funcionales a base de plata, las capas de bloqueo, las capas de “contacto inferior” y la capa protectora.

20 [Tabla 1]

<b>Tabla 1</b>	<b>Ej1</b>	<b>Ej2</b>	<b>EjC1</b>	<b>EjC2</b>	<b>EjC3</b>
<b>E4</b>	83,6	82,7	51,1	78,6	84,5
<b>B5</b>	0,25	0,25			0,1
<b>F3</b>	12,8	12,8	12,9	21,7	15,5
<b>E3</b>	167,0	171,6	99,8	125,3	173,1
<b>B4</b>	0,1	0,1			0,6
<b>F2</b>	10,5	10	11,1	6,5	15,8
<b>B3</b>	0,3	0,2			
<b>E2</b>	76,7	76,9	160,1	115,3	114,9
<b>B2</b>	0,1	0,1			0,1
<b>F1</b>	10,5	10	13,9	8	7
<b>B1</b>	0,3	0,2			
<b>E1</b>	144,6	147	88,6	64,9	115,7

25 Los valores de varios parámetros que hacen posible evaluar las cualidades ópticas y térmicas de los ejemplos de materiales de la Tabla 1 se proporcionan en la Tabla 2. Estos valores se midieron en un acristalamiento doble que comprende los materiales de los ejemplos y como se ilustra en la Figura 3. El doble acristalamiento 3000 tiene la siguiente estructura 6/16/4: una lámina de vidrio de sosa-cal-sílice 3001 con un espesor de 6 mm/una cavidad llena de gas aislante 3004 de 16 mm de espesor que contiene al menos el 90 % de argón/una lámina de vidrio de sosa-cal-sílice 3002 con un espesor de 4 mm. El apilamiento de capas 3003 se deposita sobre la superficie interna 3011a de la lámina de vidrio 3001 con un espesor de 6 mm.

30 [Tabla 2]

<b>Tabla 2</b>	<b>Ej1</b>	<b>Ej2</b>	<b>CE1</b>	<b>CE2</b>	<b>CE3</b>
<b>LT</b>	49,2	50,2	59,8	54,8	50
<b>a*T</b>	-6	-3	-5,3	-7,5	-5
<b>b*T</b>	0,3	-0,3	2,9	3,8	4,5
<b>Rext</b>	30,5	30,6	13,2	17,8	30
<b>a*Re</b>	-1,3	-0,8	-4,8	-3	-1
<b>b*Re</b>	-1,5	-2,9	-10,1	-7,3	-4
<b>Rint</b>	26,1	29,5	15,8	21,5	26
<b>a*Ri</b>	-5,6	-4,2	-0,6	7,7	-4
<b>b*Ri</b>	-0,9	-1,7	1,1	-3,3	-6,4
<b>g</b>	27,4	30,5	30	27,7	25
<b>s</b>	1,8	1,7	2	2	2

35 La transmisión de la luz en el espectro visible,  $T_L$ , el factor solar,  $g$ , y la selectividad,  $s$ , y la reflexión interna,  $R_{int}$ , y la reflexión externa,  $R_{ext}$ , en el espectro visible se definen, se miden y se calculan de conformidad con las normas EN

410 y EN 14501. El color se mide en el espacio de color L\*a\*b\* CIE 1976 según la norma ISO 11664 con un iluminante D65 y un campo visual de 2° para el observador de referencia.

En la Tabla 2:

- 5
- a\*T y b\*T son los valores de los parámetros a\* y b\* medidos en transmisión en el espacio de color L\*a\*b\* CIE 1976 con un iluminante D65, un campo visual de 2° para el observador y un ángulo de observación de cero con respecto a la normal a la superficie del acristalamiento;
- 10
- Rext es el valor de la reflexión de la luz en el espectro visible, expresado en porcentaje, medido con un iluminante D65 y un campo visual de 2° para el observador sobre la superficie externa 3001b de la lámina de vidrio de sosa-cal-sílice 3001 con un espesor de 6 mm de dicho doble acristalamiento 3000;
- 15
- a\*Rext y b\*Rext son, respectivamente, los valores de los parámetros a\* y b\* medidos en reflexión en el espacio de color L\*a\*b\* CIE 1976 con un iluminante D65 y un campo visual de 2° para el observador sobre la superficie externa 3001b de la lámina de vidrio de soda-cal-sílice 3001 con un espesor de 6 mm del doble acristalamiento 3000, junto con un ángulo de observación de cero con respecto a la normal a la superficie del doble acristalamiento 3000;
- 20
- Rint es el valor de la reflexión de la luz en el espectro visible, expresado en porcentaje, medido con un iluminante D65 y un campo visual de 2° para el observador sobre la superficie interna 3002a de la lámina de vidrio de sílice-soda-cálcica 3002 con un espesor de 4 mm del doble acristalamiento 3000;
- 25
- a\*Rint y b\*Rint son, respectivamente, los valores de los parámetros a\* y b\* medidos en reflexión en el espacio de color L\*a\*b\* CIE 1976 con un iluminante D65 y un campo visual de 2° para el observador sobre la superficie interna 3002a de la lámina de vidrio de soda-cal-sílice 3002 con un espesor de 4 mm del doble acristalamiento 3000, junto con un ángulo de observación de cero con respecto a la normal a la superficie del doble acristalamiento 3000.
- 30
- Los Ejemplos Ej1 y Ej2 de material según la invención presentan una reflexión de la luz externa de al menos el 30 %, una transmisión de la luz en el espectro visible de al menos el 49 %, un factor solar superior a 25 y una selectividad de al menos 1,7. El aspecto estético del acristalamiento se caracteriza por un color neutro en la reflexión externa. En particular, los valores de los parámetros a\* y b\* en el espacio de color L\*a\*b\* son cercanos a 0, de entre -6 y 0.
- 35
- Los materiales de los Contraejemplos CEj1 y CEj2 presentan una reflexión de la luz interna inferior a 20. Los valores de los parámetros a\* y b\* en el espacio de color L\*a\*b\* están lejos de 0 y no están ambos entre -6 y 0. El material del Contraejemplo CEj3 presenta una reflexión de la luz externa de 30. Sin embargo, los valores de los parámetros a\* y b\* en el espacio de color L\*a\*b\* están lejos de 0 y no están ambos entre -6 y 0.
- 40
- Estos ejemplos muestran que el material de la invención tiene tanto cualidades de elevado rendimiento térmico como un atractivo aspecto de superficie brillante de color neutro.
- 45
- Los dos Ejemplos 3 y 4, que corresponden a realizaciones detalladas de los Ejemplos 1 y 2 de la Tabla 1, se describen en la Tabla 3. También se representan esquemáticamente en la Figura 2. Los apilamientos se depositaron sobre un sustrato transparente correspondiente a una lámina de vidrio de sosa-cal-sílice con un espesor de 6 mm. Las condiciones para la deposición de capas son las normalmente utilizadas por una persona experta en la técnica para una pulverización catódica asistida por campo magnético (proceso del magnetrón) y están ampliamente documentadas en la bibliografía, por ejemplo, las solicitudes de patente WO2012/093238 y WO2017/006029.
- 50
- Después de la deposición de los apilamientos sobre las láminas de vidrio de sosa-cal-sílice con un espesor de 6 mm, los materiales obtenidos se sometieron a un tratamiento térmico de templado. Se calentaron entre 650 °C y 750 °C durante 4 a 6 minutos y después se enfriaron rápidamente al aire.

[Tabla 3]

55

<b>Tabla 3</b>	<b>Material</b>	<b>Ej3</b>		<b>Ej4</b>	
<b>E4</b>	SiN	34	EO4 = 84 nm	33,6	EO4 = 83 nm
	ZnO	5		5	
<b>B5</b>	NiCr	0,25		0,25	
<b>F3</b>	Ag	12,8		12,8	
<b>E3</b>	ZnO	5	EO3 = 167 nm	5	EO3 = 172 nm
	SnZnO	8		8	
	SiN	60		62	
	ZnO	5		5	

<b>B4</b>	NiCr	0,1		0,1	
<b>F2</b>	Ag	10,5		10,3	
<b>B3</b>	NiCr	0,3		0,2	
<b>E2</b>	ZnO	5	EO2 = 77 nm	5	EO2 = 77 nm
	SiN	26,5		26,5	
	ZnO	5		5	
<b>B2</b>	NiCr	0,1		0,1	
<b>F1</b>	Ag	10,5		10,3	
<b>B1</b>	NiCr	0,3		0,2	
<b>E1</b>	ZnO	5	EO1 = 145 nm	5	EO1 = 147 nm
	SiN	62		63	

Los valores de la Tabla 3 corresponden a los espesores físicos, reales o geométricos de todas las capas incluidas en los conjuntos dieléctricos, las capas metálicas funcionales a base de plata y las capas de bloqueo. Las capas de “contacto inferior” se incluyen en los conjuntos dieléctricos.

5 Los índices de refracción de las capas de los conjuntos dieléctricos se midieron a la longitud de onda electromagnética de 550 nm. El espesor óptico de un conjunto dieléctrico corresponde a la suma de los espesores ópticos de las capas que lo forman. Para el Ejemplo Ej3, los espesores ópticos EO1, EO2, EO3 y EO4 de los conjuntos dieléctricos de capas E1, E2, E3 y E3 de la Tabla 3 son, respectivamente, de 145 nm, 77 nm, 167 nm y 84 nm. Para el Ejemplo Ej4, los espesores ópticos EO1, EO2, EO3 y EO4 de los conjuntos dieléctricos de capas E1, E2, E3 y E3 de la Tabla 3 son, respectivamente, de 147 nm, 77 nm, 172 nm y 83 nm.

15 Los dos ejemplos de la tabla permiten alcanzar las cualidades de rendimiento térmicas y estéticas deseadas. La reflexión de la luz externa es de al menos el 30 %, la transmisión de la luz en el espectro visible es de al menos el 49 %, el factor solar es superior a 25 y la selectividad es de al menos 1,7. Además, el aspecto estético del acristalamiento se caracteriza por un color neutro en la reflexión externa. En particular, los valores de los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  en el espacio de color  $L^*a^*b^*$  son cercanos a 0, de entre -6 y 0.

## REIVINDICACIONES

1. Un material que comprende un sustrato transparente sobre al menos una superficie del cual se deposita un apilamiento de capas que comprende, desde el sustrato, tres capas metálicas funcionales a base de plata, F1, F2 y F3, con espesores físicos EF1, EF2 y EF3, respectivamente, y cuatro conjuntos dieléctricos de capas, E1, E2, E3 y E4, con espesores ópticos que son EO1, EO2, EO3 y EO4, respectivamente, estando colocadas cada una de las capas metálicas funcionales a base de plata, F1, F2 y F3, respectivamente, entre los dos conjuntos dieléctricos de capas, E1 y E2, E2 y E3 y E3 y E4, estando dicho material **caracterizado por que:**
  - la relación del espesor físico EF1 de la capa metálica funcional F1 al espesor físico EF2 de la capa metálica funcional F2 es entre 0,95 y 1,05;
  - el espesor físico EF3 de la capa metálica funcional F3 es superior a los espesores físicos, EF1 y EF2, de las capas funcionales F1 y F2;
  - el espesor óptico EO2 del conjunto dieléctrico de capas E2 es entre 60 y 80 nm;
  - los espesores ópticos EO1, EO2, EO3 y EO4 son de manera que  $EO2 < EO4 < EO1 < EO3$ .
2. El material según la reivindicación 1, de manera que cada uno de los espesores físicos, EF1 y EF2, de las capas funcionales F1 y F2 es entre 6 nm y 12 nm, preferiblemente entre 8 nm y 11 nm.
3. El material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, de manera que el espesor físico EF3 de la capa funcional F3 es entre 10 nm y 20 nm, preferiblemente entre 12 nm y 13 nm.
4. El material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, de manera que la suma de los espesores físicos, EF1, EF2 y EF3, de las capas funcionales E1, F2 y F3 es entre 30 nm y 36 nm.
5. El material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, de manera que el espesor óptico EO1 del conjunto dieléctrico de capas E1 es entre 120 nm y 150 nm.
6. El material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, de manera que el espesor óptico EO3 del conjunto dieléctrico de capas E3 es entre 150 nm y 180 nm.
7. El material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, de manera que el espesor óptico EO4 del conjunto dieléctrico de capas E4 es entre 70 nm y 90 nm.
8. El material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, de manera que cada uno de los cuatro conjuntos dieléctricos de capas comprende al menos una capa dieléctrica a base de un material elegido de nitruro de silicio, nitruro de titanio, óxido de cinc, óxido de cinc y estaño, óxido de titanio, óxido de silicio, óxido de titanio y estaño, solos o en combinación.
9. El material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, de manera que el apilamiento de capas comprende, adicionalmente, al menos una capa de bloqueo colocada por encima y en contacto y/o por debajo y en contacto con una capa metálica funcional a base de plata, siendo el espesor físico de dicha capa o capas de bloqueo igual o inferior a 5 nm.
10. El material según la reivindicación 9, de manera que la capa de bloqueo es una capa metálica a base de aleación de NiCr.
11. El material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, de manera que el apilamiento de capas comprende, adicionalmente, una capa protectora colocada por encima de su superficie que puede estar en contacto con la atmósfera, siendo el espesor físico de dicha capa protectora igual o inferior a 5 nm.
12. El material según la reivindicación 11, de manera que la capa protectora es una capa a base de aleación de TiZr.
13. El material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, de manera que el sustrato transparente es una lámina de vidrio inorgánico.
14. El material según la reivindicación 13, de manera que, después de un tratamiento térmico de templado, dicho material presenta una reflexión de la luz externa de al menos el 25 %, una transmisión de la luz en el espectro visible de al menos el 48 %, una selectividad de al menos 1,8 y los valores de los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  en el espacio de color  $L^*a^*b^*$  son cercanos a 0, especialmente entre -6 y 1.
15. Un acristalamiento que comprende un material según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

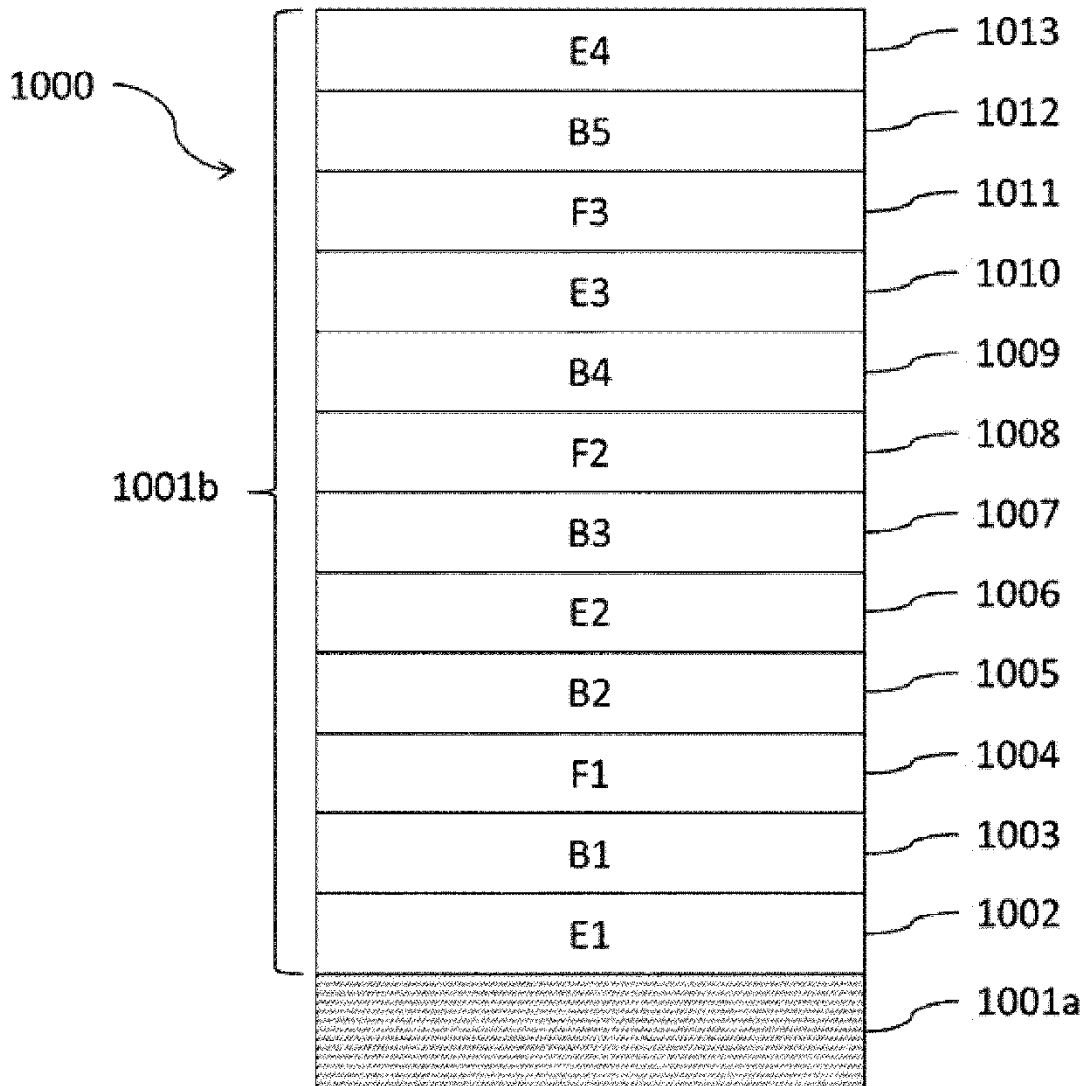


Fig. 1

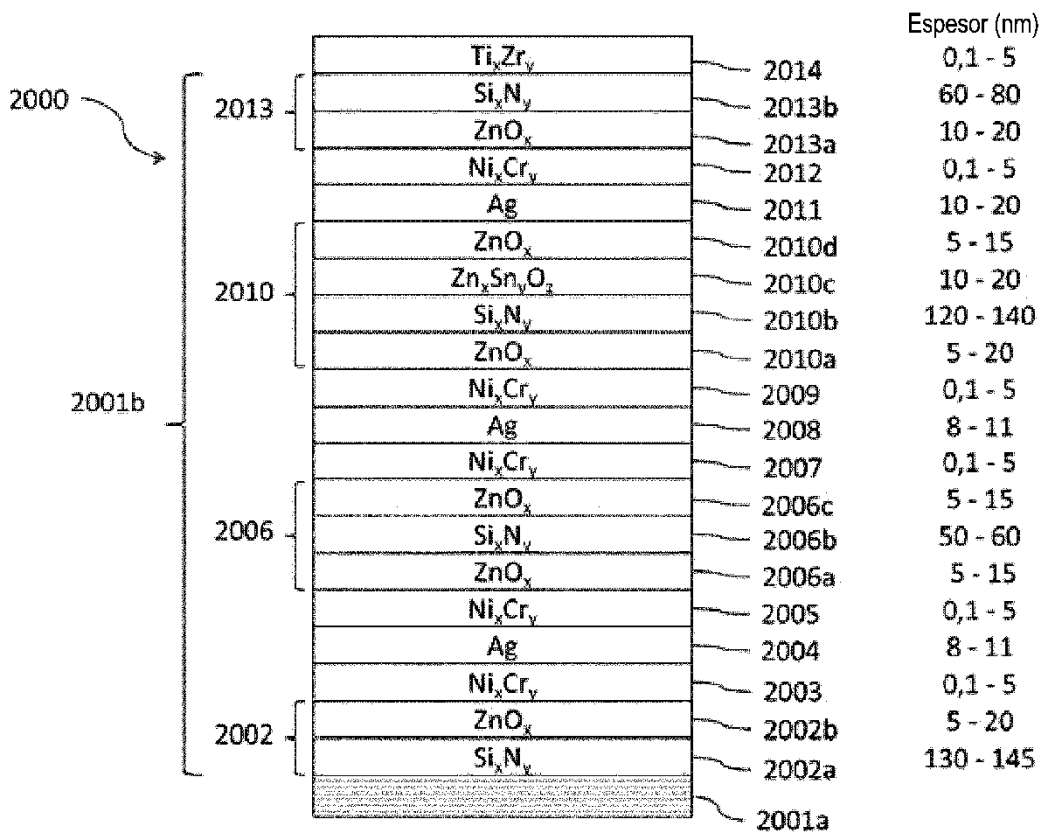


Fig. 2

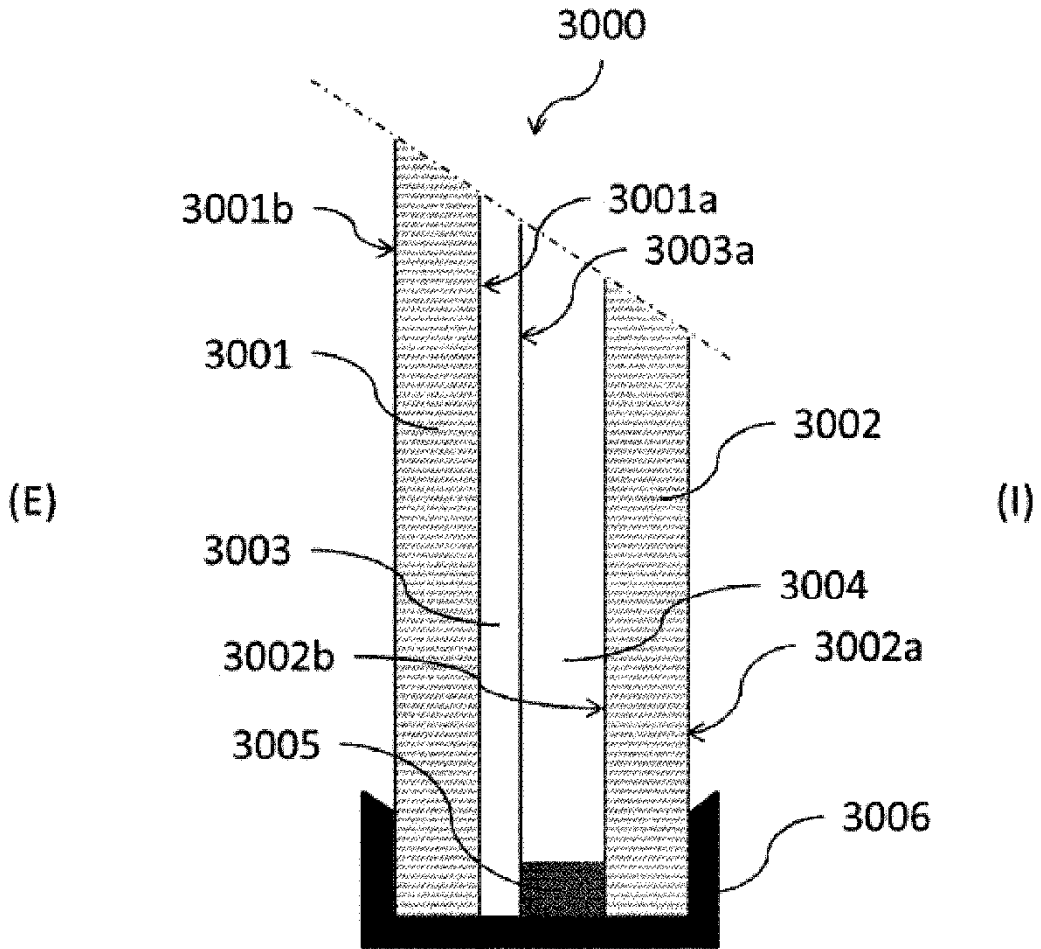


Fig. 3