

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 801**

51 Int. Cl.:

**C03C 17/36** (2006.01)

**E06B 3/67** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2009** **PCT/FR2009/052663**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.07.2010** **WO10072973**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2009** **E 09805779 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018** **EP 2379463**

54 Título: **Sustrato provisto de un apilado con propiedades térmicas y una capa absorbente**

30 Prioridad:

**22.12.2008 FR 0858942**

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

**14.05.2018**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)**

**18, Avenue d'Alsace  
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**REYMOND, VINCENT;  
GERARDIN, HADIA;  
BELLLOT, SYLVAIN;  
RONDEAU, VÉRONIQUE y  
PETITJEAN, ERIC**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 667 801 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

Sustrato provisto de un apilado con propiedades térmicas y una capa absorbente

La invención se refiere a un acristalamiento múltiple que comprende al menos dos sustratos, del tipo de sustratos de vidrio, que se mantienen unidos por una estructura de bastidor, realizando dicho acristalamiento una separación entre un espacio exterior y un espacio interior, en donde al menos una lámina de gas separadora está dispuesta entre los dos sustratos.

De forma conocida, uno de los sustratos puede revestirse sobre una cara interior en contacto con la lámina de gas separadora de un apilado de capas delgadas con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar que comprende una sola capa funcional metálica, en particular de plata o de una aleación metálica que contiene plata y dos revestimientos dieléctricos, comprendiendo cada uno de dichos revestimientos al menos una capa dieléctrica, estando dicha capa funcional dispuesta entre los dos revestimientos dieléctricos.

La invención se refiere más concretamente al uso de tales sustratos para fabricar vidrios de aislamiento térmico y/o de protección solar. Estos acristalamientos pueden estar destinados a equipar edificios, en particular para reducir el esfuerzo de climatización y/o impedir un sobrecalentamiento excesivo (acristalamientos denominados "de control solar") y/o disminuir la cantidad de energía disipada al exterior (acristalamientos denominados "de baja emisividad") impulsado por la importancia cada vez mayor de las superficies acristaladas en los edificios.

Estos acristalamientos pueden, además, integrarse en acristalamientos que presentan funciones particulares, como por ejemplo, acristalamientos con calefacción o acristalamientos electrocrómicos.

Un tipo de apilado de capas conocido por proporcionar a los sustratos tales propiedades está constituido por una capa metálica funcional con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar, especialmente una capa funcional metálica de plata o de aleación metálica que contiene plata.

En este tipo de apilado, la capa funcional está dispuesta, de este modo, entre dos revestimientos dieléctricos comprendiendo cada uno, en general, varias capas que son, cada una, de un material dieléctrico como nitruro y, en particular, nitruro de silicio o de aluminio u óxido. Desde un punto de vista óptico, el objetivo de estos revestimientos que rodean la capa funcional metálica es "antirreflejar" esta capa funcional metálica.

Sin embargo, un revestimiento de bloqueo está, a veces, intercalado entre uno o cada revestimiento dieléctrico y la capa metálica funcional, el revestimiento de bloqueo dispuesto por debajo de la capa funcional en dirección al sustrato la protege durante un posible tratamiento térmico a alta temperatura, como de abombado y/o templado y el revestimiento de bloqueo dispuesto sobre la capa funcional en el polo opuesto al sustrato protege esta capa de la posible degradación durante la deposición del revestimiento dieléctrico superior y durante un posible tratamiento térmico a alta temperatura, tal como abombado y/o templado.

Cabe recordar que el factor solar de un acristalamiento es la relación entre la energía solar total que entra en el local a través de ese acristalamiento y la energía solar incidente total y la selectividad corresponde a la relación de la transmisión luminosa  $T_{Lvis}$  en el visible del acristalamiento y el factor solar FS del acristalamiento y es tal que:  $S = T_{Lvis} / FS$ .

Actualmente, existen apilados de capas delgadas de baja emisividad con una sola capa funcional (en lo sucesivo identificadas por la expresión "apilado monocapa funcional"), de plata, que presenta una emisividad normal  $\epsilon_N$  del orden del 2 al 3%, una transmisión luminosa en el visible  $T_L$  del orden del 65% y una selectividad del orden de 1,3 a 1,35 para un factor solar de aproximadamente el 50% cuando están montadas en un doble acristalamiento convencional, como por ejemplo en la cara 3 de una configuración: 4-16(Ar-90%)-4, constituida por dos láminas de vidrio de 4 mm separadas por una lámina de gas separadora de 90% de argón y 10% de aire con un espesor de 16 mm, una de cuyas láminas está revestida con el apilado monocapa funcional: la lámina más interior del edificio si se considera el sentido incidente de la luz solar que entra en el edificio en la cara de la misma que mira hacia la lámina de gas.

El experto en la técnica sabe que la colocación del apilado de capas delgadas en la cara 2 del doble acristalamiento (en la lámina más externa del edificio si se considera el sentido incidente de la luz solar que entra en el edificio y en la cara de la misma que mira hacia la lámina de gas) le permitirá disminuir el factor solar y, de ese modo, aumentar la selectividad.

De conformidad con el ejemplo anterior, es posible entonces obtener una selectividad del orden de 1,5 con el mismo apilado monocapa funcional.

Sin embargo, esta solución no es satisfactoria para determinadas aplicaciones pues la reflexión luminosa en el visible, y en particular la reflexión luminosa en el visible observada desde el exterior del edificio, está a un nivel relativamente elevado, superior al 20%, y de alrededor del 23 al 25%.

Para disminuir esta reflexión luminosa, mientras se mantiene la reflexión energética, o incluso aumentándola, el

experto en la técnica sabe que puede introducir en el apilado, y más concretamente dentro de uno o varios revestimientos dieléctricos, una o varias capas absorbentes en el visible.

5 Se ha observado que deben respetarse ciertas reglas para la colocación la colocación de un apilado monocapa funcional en un acristalamiento múltiple, la colocación en función de la colocación de la capa o capas absorbentes en el visible: éste es el objetivo de la presente invención.

Cabe señalar que la técnica anterior conoce ya el uso de tales capas absorbentes en el visible en los apilados de varias capas funcionales, especialmente la solicitud internacional de patente n.º WO 02/48065 que se refiere al uso de tales capas absorbentes en el visible en un apilado resistente a un tratamiento térmico como el abombado/templado.

10 Sin embargo, debido a la complejidad del apilado y a la cantidad de material depositado, estos apilados de múltiples capas funcionales son de fabricación más costosa más caras de fabricar que los apilados monocapa funcional.

Además, debido también a la complejidad de este apilado de dos capas funcionales, la enseñanza de este documento no es directamente transferible para el diseño de un apilado monocapa funcional.

15 El objeto de la invención es superar los inconvenientes de la técnica anterior, desarrollando un nuevo tipo de apilado de capas monocapa funcional, apilado que presenta una baja resistencia por cuadrado (y, por lo tanto, una baja emisividad), una alta transmisión luminosa y un color relativamente neutro, en particular, del lado de reflexión de las capas (pero también en el lado opuesto: "lado del sustrato"), y que estas propiedades se mantengan preferentemente en un intervalo restringido a que el apilado se someta o no, uno o varios tratamientos térmicos a alta temperatura tal como abombado y/o templado y/o recocido.

20 Otro objetivo importante es proporcionar un apilado monocapa funcional que presenta una baja emisividad, mientras presenta una baja reflexión luminosa en el visible, así como una coloración aceptable, concretamente en reflexión exterior del acristalamiento múltiple, especialmente que no esté en el rojo.

25 La invención tiene así por objeto, en su sentido más amplio, un acristalamiento múltiple según la reivindicación 1 o la reivindicación 2. Este acristalamiento múltiple comprende, respectivamente, al menos dos sustratos o al menos tres sustratos que se mantienen unidos por una estructura de bastidor, realizando en dicho acristalamiento una separación entre un espacio exterior y un espacio interior, en el que al menos una lámina de gas separadora está dispuesta entre los dos sustratos, estando un sustrato revestido sobre una cara interior en contacto con la lámina de gas separadora de un apilado de capas delgadas con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar que comprende una sola capa funcional metálica, en particular de plata o aleación metálica que contiene plata y dos revestimientos dieléctricos, comprendiendo cada uno de dichos revestimientos al menos dos capas dieléctricas, estando dicha capa funcional dispuesta entre los dos revestimientos dieléctricos. Según la invención, los dos revestimientos dieléctricos comprenden una capa absorbente que está dispuesta en el revestimiento dieléctrico entre dos capas dieléctricas, estando el material absorbente de las capas absorbentes principalmente en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica en el revestimiento dieléctrico por encima de la capa funcional metálica de modo que:

- o el material absorbente de todas las capas absorbentes (es decir, el espesor físico del material absorbente) se encuentra principalmente en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica y el apilado de capas delgadas está colocado en la cara interior del sustrato en contacto en otra cara con el espacio exterior;

40 - o el material absorbente de todas las capas absorbentes (es decir, el espesor físico del material absorbente) se encuentra principalmente en el revestimiento dieléctrico por encima de la capa funcional metálica y el apilado de capas delgadas está colocado en la cara interior del sustrato en contacto en otra cara con el espacio interior.

45 Preferentemente, un único sustrato del acristalamiento múltiple que comprende al menos dos sustratos o el acristalamiento múltiple que comprende al menos tres sustratos está revestido sobre una cara interior en contacto con la lámina de gas separadora de un apilado de capas delgadas con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar.

Por "principalmente" en la presente invención, se debe entender que más de la mitad del espesor total del material absorbente de la capa o capas absorbentes del apilado se encuentra o en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica, o en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica o en el revestimiento dieléctrico por encima de la capa funcional metálica.

50 En una variante particular, "principalmente" puede así diseñar un espesor físico comprende más de 50% y menos del 100%, incluso entre 55% y 95%, incluidos estos valores, o incluso comprende entre 60% y 90%, incluidos estos valores.

55 De conformidad con la invención, el material absorbente presente en el apilado fuera de los revestimientos dieléctricos no se tiene en consideración para la interpretación de la palabra "principalmente"; por lo tanto, la capa o capas de bloqueo posiblemente presentes y que está o están en contacto o en las proximidades de la capa funcional

no forma o no forman parte de la materia absorbente tenida en consideración para la interpretación de la palabra "principalmente".

Por "revestimiento", en la presente invención, debe entenderse que puede haber una única capa o varias capas de diferentes materiales dentro del revestimiento.

- 5 Como suele ser habitual, por "capa dieléctrica" en 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 se refiere a un material que tiene una relación  $n/k$  en todo el intervalo de la longitud de onda del visible (380 nm a 780 nm) igual o mayor que 5.

- 10 En la presente invención, el término "material absorbente" debe entenderse un material que tiene una relación  $n/k$  en todo el intervalo de longitud de onda visible (de 380 nm a 780 nm) entre 0 y 5 excluyendo estos valores, y teniendo una resistividad eléctrica en estado sólido (como se conoce en la documentación) superior a  $10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ .

Se recuerda que  $n$  indica el índice de refracción real del material a una longitud de onda dada y  $k$  representa la parte imaginaria del índice de refracción a una longitud de onda determinada; la relación  $n/k$  se calcula a una longitud de onda determinada idéntica para  $n$  y para  $k$ .

- 15 Dentro de cada revestimiento dieléctrico, las dos capas dieléctricas que rodean una capa absorbente son, preferentemente, de la misma naturaleza: la composición (estequiometría) de las capas dieléctricas es, por lo tanto, idéntica en cada lado de la capa absorbente.

- 20 En una realización particular de la invención, al menos un sustrato comprende, en al menos una cara en contacto con una lámina de gas separadora, un revestimiento antirreflejos que está enfrenteado con relación a dicha lámina de gas separadora con un apilado de capas delgadas con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar.

Esta realización logra una selectividad todavía mayor, gracias a un aumento significativo de la transmisión luminosa y a un menor aumento del factor solar del acristalamiento múltiple.

- 25 En otra realización particular de la invención, el espesor (físico) total  $e$  de la capa o de la totalidad de las capas absorbentes del apilado de capas delgadas colocadas en la cara interior del primer sustrato atravesado por la radiación solar incidente, en nanómetros, es tal que:  $e = a \times e_{140} + 55 - \text{FS}$  con:

$$0,5 \text{ nm} < e < 10 \text{ nm}, \text{ o incluso } 2 < e < 8 \text{ nm}$$

$$-1,5 < a < 0$$

$e_{140}$ , espesor físico de la capa de plata:  $5 \text{ nm} \leq e_{140} \leq 20 \text{ nm}$ , y

- 30 FS, el factor solar en % del acristalamiento múltiple.

En una realización particular de la invención, al menos una capa absorbente del apilado, y preferentemente todas las capas absorbentes del apilado, es o son de nitruro y, en particular, al menos una capa de estas capas, y preferentemente, todas estas capas, es (o son) de nitruro de niobio NbN, o al menos una capa de estas capas, y preferentemente todas estas capas, es (o son) de nitruro de titanio TiN.

- 35 Dicha (o cada) capa absorbente presenta, preferentemente, un espesor comprendido entre 0,5 y 10 nm, incluidos estos valores, o incluso entre 2 y 8 nm, incluidos estos valores, para conservar una transmisión luminosa igual o superior al 25%, o incluso igual o superior al 30% de acristalamiento múltiple.

- 40 La capa dieléctrica que está al menos comprendida en cada revestimiento dieléctrico, como se definió anteriormente, presenta un índice óptico entre 1,8 y 2,5, incluidos estos valores, o, preferentemente, entre 1,9 y 2,3 incluidos estos valores (los índices ópticos - o "índices de refracción" mostrados aquí son aquellos medidos a 550 nm, como suele ser habitual).

En una variante particular, dichos revestimientos dieléctricos subyacentes y dieléctrico suprayacente comprenden cada uno al menos una capa dieléctrica de nitruro de silicio, opcionalmente dopado con al menos otro elemento, como el aluminio.

- 45 En una variante particular de la invención, cada capa absorbente está dispuesta en el revestimiento dieléctrico entre dos capas dieléctricas, que son ambas de nitruro de silicio, opcionalmente dopado con al menos otro elemento, como el aluminio.

- 50 En una variante particular, la última capa de revestimiento dieléctrico subyacente, la más alejada del sustrato, es una capa de amortiguación de óxido, en particular de óxido de zinc, opcionalmente dopado con al menos otro elemento, como el aluminio.

En una variante particular más, el revestimiento dieléctrico subyacente comprende al menos una capa dieléctrica de nitruro, especialmente de nitruro de silicio y/o de nitruro de aluminio y al menos una capa de alisado no cristalizado en un óxido mixto, estando dicha capa de alisado en contacto con una capa de amortiguación suprayacente cristalizada.

- 5 Preferentemente, la capa funcional está depositada directamente sobre un revestimiento de subbloqueo dispuesto entre la capa funcional y el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional y/o la capa funcional está depositada directamente sobre un revestimiento de sobrebloqueo dispuesto entre la capa funcional y el revestimiento dieléctrico por encima de la capa funcional y el revestimiento de subbloqueo y/o el revestimiento de suprabloqueo comprende una capa delgada de níquel o de titanio que presenta un espesor geométrico  $e$  de modo que  $0,2 \text{ nm} \leq e \leq 2,5 \text{ nm}$ .

10 Por otra parte, el revestimiento de subbloqueo y/o el revestimiento de sobrebloqueo puede incluir al menos una delgada capa de níquel o de titanio presente en forma metálica si el sustrato provisto del apilado de capas delgadas no sido objeto tratamiento térmico de abombado y/o templado después de la deposición del apilado, estando esta capa al menos parcialmente oxidada si el sustrato provisto del apilado de las capas delgadas ha sido objeto de al menos un tratamiento térmico de abombado y/o templado después de la deposición de apilado.

15 La capa delgada de níquel de revestimiento de subbloqueo y/o la capa delgada de níquel de revestimiento de sobrebloqueo cuando está presente están, preferentemente, en contacto directo con la capa funcional.

En una variante particular, la última capa del revestimiento dieléctrico suprayacente, la más alejada del sustrato, se basa en óxido, depositado preferentemente de forma estequiométrica, y especialmente es de titanio ( $\text{TiO}_x$ ), o de óxido mixto de zinc y estaño ( $\text{SnZnO}_x$ ), opcionalmente con otro elemento a razón de 10% en masa como máximo.

20 El apilado puede comprender así una última capa ("revestimiento", *overcoat* en inglés), es decir, una capa de protección, depositada preferentemente estequiométrica. Esta capa, en lo fundamental, se encuentra oxidada de forma estequiométrica en el apilado después de la deposición.

Esta capa de protección presenta, preferentemente, un espesor comprendido entre 0,5 y 10 nm.

25 El acristalamiento según la invención incorpora al menos el sustrato de soporte del apilado según la invención, asociado opcionalmente con al menos otro sustrato. Cada sustrato puede ser transparente o de color. Especialmente, al menos uno de los sustratos puede ser de vidrio coloreado en masa. La elección del tipo de coloración va a depender del nivel de transmisión luminosa y/o del aspecto colorimétrico buscados para el acristalamiento una vez que se completa su fabricación.

30 El acristalamiento según la invención puede presentar una estructura de múltiples láminas, asociando especialmente al menos dos sustratos rígidos de tipo vidrio para al menos una lámina de polímero termoplástico, para presentar una estructura de tipo vidrio/apilado de capas delgadas /lámina o láminas/vidrio/lámina de gas separadora/lámina de vidrio. Especialmente, el polímero puede ser de polivinilbutiral PVB, etileno-acetato de vinilo EVA, poli(tereftalato de etileno) PET y poli(cloruro de vinilo) PVC.

35 Los sustratos de los acristalamientos según la invención son aptos para ser objeto de un tratamiento térmico sin daño para el apilado de capas delgadas. Por lo tanto, son opcionalmente abombados y/o templados.

40 La invención se refiere, también, al procedimiento de fabricación de acristalamientos múltiples según la invención que comprende al menos dos sustratos que se mantienen unidos mediante una estructura de bastidor, realizando dicho acristalamiento una separación entre un espacio exterior y un espacio interior, en el que al menos una lámina de gas separadora está dispuesta entre los dos sustratos, estando un sustrato revestido en una cara interior en contacto con la lámina de gas separadora de un apilado de capas delgadas con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar que comprende una única capa funcional metálica, en particular de plata o en una aleación metálica que contiene plata y dos revestimientos dieléctricos, comprendiendo cada uno de dichos revestimientos al menos una capa dieléctrica, estando dicha capa funcional dispuesta entre los dos revestimientos dieléctricos, los dos revestimientos dieléctricos que comprenden una capa absorbente que está dispuesta en el revestimiento dieléctrico entre dos capas dieléctricas, estando el material absorbente de las capas absorbentes principalmente en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica o principalmente en el revestimiento dieléctrico por encima de la capa funcional metálica de manera que:

50 - o bien el sustrato está colocado en la estructura del bastidor de modo que su cara interior comprende un apilado de capas delgadas cuyo material absorbente de todas las capas absorbentes se encuentra principalmente en el revestimiento dieléctrico por encima de la capa funcional metálica y su otra cara está en contacto con el espacio exterior;

55 - o el sustrato está colocado en la estructura del bastidor de modo que su cara interior comprende un apilado de capas delgadas cuyo material absorbente de todas las capas absorbentes se encuentra principalmente en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica y su otra cara está en contacto con el espacio interior.

Cuando dos capas dieléctricas que rodean una capa absorbente se depositan por pulverización catódica reactiva en presencia de nitrógeno y/o de oxígeno, entonces la capa absorbente depositada entre estas dos capas, preferentemente, se deposita también respectivamente en presencia de nitrógeno y/o de oxígeno

La invención se refiere, además, al uso de un apilado de capas delgadas con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar que comprende una única capa funcional metálica, en particular de plata o de aleación metálica que contiene plata y dos revestimientos dieléctricos, cada uno de dichos revestimientos comprendiendo al menos una capa dieléctrica, estando dicha capa funcional entre los dos revestimientos dieléctricos y dicho apilado de capas delgadas dispuesto sobre una cara interior de al menos un sustrato para realizar un acristalamiento múltiple según la invención que comprende al menos dos sustratos, que se mantienen unidos mediante una estructura de bastidor y en la que una lámina de gas separadora está dispuesta en dos sustratos.

Ventajosamente, la presente invención permite así realizar un apilado de capas delgadas presentando monocapa funcional en una configuración de acristalamiento múltiple y, especialmente doble acristalamiento, una alta selectividad ( $S \geq 1,40$ ), una baja emisividad ( $\epsilon_N \leq 3\%$ ) y una estética favorable ( $T_{Lvis} \geq 60\%$ ,  $R_{Lvis}$  exterior  $\leq 25\%$  o incluso  $R_{Lvis}$  exterior  $\leq 20\%$  o incluso  $R_{Lvis}$  exterior  $< 20\%$ , colores neutros en reflexión externa), mientras que, hasta el momento, sólo apilados bicapas funcionales permiten obtener esta combinación de criterios.

El apilado monocapa funcional según la invención es menos costosa de producir que un apilado bicapas funcionales que presenta características similares ( $T_{Lvis}$ ,  $R_{Lvis}$  y colores neutros en reflexión exterior).

Los detalles y las características ventajosas de la invención surgen de los siguientes ejemplos no limitantes, ilustrados con la ayuda de las figuras adjuntas que ilustran:

- en la figura 1, un apilado monocapa funcional de la técnica anterior, estando la capa funcional provista de un revestimiento de sub-bloqueo y un revestimiento de suprabloqueo;
- en las figuras 2 y 3, dos soluciones de doble acristalamiento que incorporan un apilado monocapa funcional;
- en la figura 4, un apilado monocapa funcional según la invención, estando la capa funcional provista de un revestimiento de subbloqueo y un revestimiento de suprabloqueo; y
- en las figuras 5 y 6, dos soluciones de triple acristalamiento que incorporan un apilado monocapa funcional.

En estas figuras, las proporciones entre los espesores de las diferentes capas o de los diferentes elementos no se respetan rigurosamente para facilitar su visión.

La figura 1 ilustra una estructura de un apilado monocapa funcional de la técnica anterior depositado sobre un sustrato 10, 30 de vidrio, transparente, en el que la capa funcional 140 única, particularmente de plata o de aleación metálica que contiene plata, está dispuesta entre dos revestimientos dieléctricos, el revestimiento dieléctrico 120 subyacente situado por debajo de la capa funcional 140 en dirección al sustrato 10/30 y el revestimiento dieléctrico suprayacente 160 dispuesto por encima de la capa funcional 140 opuesto al sustrato 10/30.

Ambos revestimientos dieléctricos 120, 160 comprenden cada uno al menos dos capas dieléctricas 122, 126, 128; 162, 166, 168.

Opcionalmente, por una parte, la capa funcional 140 se puede depositar sobre un revestimiento de sub-bloqueo 130 dispuesto entre el revestimiento dieléctrico subyacente 120 y la capa funcional 140 y, por otra parte, la capa funcional 140 se puede depositar directamente bajo un revestimiento de suprabloqueo 150 dispuesto entre la capa funcional 140 y el revestimiento dieléctrico suprayacente 160.

Este revestimiento dieléctrico 160 se puede terminar con una capa opcional de protección 168, particularmente de óxido, especialmente sub-estequiométrica en oxígeno.

Cuando se utiliza un apilado monocapa funcional en un acristalamiento múltiple 100 de estructura de doble acristalamiento, este acristalamiento comprende dos sustratos 10, 30 que se mantienen unidos por una estructura de bastidor 90 y están separados entre sí por una lámina de gas separadora 15.

El acristalamiento da lugar así a una separación entre un espacio exterior ES y un espacio interior IS.

El apilado se puede colocar en la cara 2 (en la lámina de vidrio más exterior del edificio considerando el sentido incidente de la luz solar que entra en el edificio y en su lado orientado hacia la lámina de gas) o en la cara 3 (en la lámina más interior del edificio considerando el sentido incidente de la luz solar que entra en el edificio y en su cara orientada hacia la lámina de gas).

Las figuras 2 y 3 ilustran, respectivamente, la colocación (el sentido incidente de la luz solar que entra en el edificio ilustrado por la doble flecha):

- en la cara 2 de un apilado de capas delgadas 14 colocado sobre una cara interior 11 del sustrato 10 en contacto

con la lámina de gas separadora 15, estando la otra cara 9 del sustrato 10 en contacto con el espacio exterior ES; y

- en la cara 3 de un apilado de capas delgadas 26 colocado sobre una cara interior 29 del sustrato 30 en contacto con la lámina de gas separadora 15, estando la otra cara 31 del sustrato 30 en contacto con el espacio interior IS.

5 Sin embargo, también se puede considerar que, en esta estructura de doble acristalamiento, uno de los sustratos presenta una estructura laminada; sin embargo, no hay confusión posible porque en tal estructura, no hay lámina de gas separadora.

10 Además, se puede prever, aunque no se ilustra, al menos un sustrato 10, 30 comprende en al menos una cara 11 (en el caso de la figura 3), 29 (en el caso de la figura 2) en contacto con la lámina de gas separadora 15 y que no comprende apilado de capas delgadas con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar, un revestimiento antirreflejos que está enfrentado en relación con dicha lámina de gas separadora 15 con el apilado de las capas delgadas 14 (en el caso de la figura 2), 26 (en el caso de la figura 3) con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar.

El objetivo de esta inserción de un revestimiento antirreflejos en una estructura de doble acristalamiento es permitir obtener una alta transmisión luminosa y un elevado factor solar.

15 Se realizó una serie de cinco ejemplos, siendo cada ejemplo numerado del 1 al 5.

20 Según la enseñanza de la solicitud de patente internacional N.º WO 2007/101964, el revestimiento dieléctrico subyacente 120 puede comprender una capa dieléctrica 122 de nitruro de silicio y al menos una capa de alisado 126 no cristalizada en un óxido mixto, en este contexto un óxido mixto de zinc y estaño que está aquí dopado con antimonio (depositado a partir de un blanco metálico constituido por relaciones en masa 65:34:1, respectivamente, para Zn:Sn:Sb), estando dicha capa de alisado 126 en contacto con una capa de amortiguación 128 suprayacente.

En este apilado, la capa de amortiguación 128 de óxido de zinc dopado con aluminio Zn:Al (depositado a partir de un blanco metálico constituido por cinc dopado con 2% en masa de aluminio) permite aumentar la cristalización de la plata, lo cual aumenta su conductividad; este efecto se ve reforzado por el empleo de la capa de alisado amorfo SnZnO<sub>x</sub>:Sb, lo cual aumenta el crecimiento del ZnO y, por lo tanto, de la plata.

25 El revestimiento dieléctrico suprayacente 160 puede comprender al menos una capa dieléctrica 162 de óxido de zinc dopado con aluminio ZnO:Al (depositado a partir de un blanco metálico constituido por zinc dopado con 2% en masa de aluminio) y una capa dieléctrica 166 de nitruro de nitruro de silicio.

Las capas de nitruro de silicio 122, 166 son de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> y son depositadas a partir de un blanco metálico dopado con 8% en masa de aluminio.

30 Estos apilados presentan también la ventaja de ser templables, es decir que resisten a un tratamiento térmico de temple y que sus propiedades ópticas varían poco durante este tratamiento térmico.

Para todos los ejemplos siguientes, las condiciones de deposición de las capas son:

| Capa                           | Blanco empleado           | Presión de la deposición  | Gas                              |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> | Si:Al a 92:8% en peso     | 1,5·10 <sup>-3</sup> mbar | Ar/(Ar + N <sub>2</sub> ) al 45% |
| NbN                            | Nb                        | 1,5·10 <sup>-3</sup> mbar | Ar/(Ar + N <sub>2</sub> ) al 45% |
| SnZnO                          | SnZn:Sb a 34:65:1 en peso | 2·10 <sup>-3</sup> mbar   | Ar/(Ar + O <sub>2</sub> ) al 58% |
| ZnO                            | Zn:Al a 98:2% en peso     | 2·10 <sup>-3</sup> mbar   | Ar/(Ar + O <sub>2</sub> ) al 52% |
| NiCr                           | NiCr a 80:20 en peso      | 2·10 <sup>-3</sup> mbar   | Ar al 100%                       |
| Ag                             | Ag                        | 2·10 <sup>-3</sup> mbar   | Ar al 100%                       |

Las capas depositadas se pueden clasificar en tres categorías:

- 35 i. capas de material dieléctrico, presentando una relación  $n/k$  en toda el intervalo de longitud de onda del visible superior a 5: Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SnZnO, ZnO
- ii. capas de material absorbente, presentando una relación  $0 < n/k < 5$  en todo el intervalo de longitud de onda del visible y una resistividad eléctrica en estado sólido superior a 10<sup>-5</sup> Ω·cm: NbN
- iii. capas funcionales metálicas de material con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar: Ag.

40 Se ha constatado que la plata también tiene una relación  $0 < n/k < 5$  en todo el intervalo de longitud de onda del

visible, pero su resistividad eléctrica en estado sólido es inferior a  $10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ .

Además, se ha constatado además que los materiales: Ti, NiCr, TiN y Nb pueden constituir capas de material absorbente según la definición dada aquí.

5 En todos los ejemplos siguientes, el apilado de capas delgadas se deposita sobre un sustrato de vidrio sodo-cálcico transparente de un espesor de 4 mm de la marca Planilux, distribuido por la empresa SAINT-GOBAIN.

Para estos sustratos,

- R indica: resistencia por cuadrado del apilado, en ohmios por cuadrado;

-  $T_L$  indica: transmisión luminosa en el visible en %, medida según el iluminante D65 a 2°;

-  $a_T^*$  y  $b_T^*$  indican: colores en transmisión  $a^*$  y  $b^*$  en el sistema LAB medidas según el iluminante D65 a 2°;

10 -  $R_c$  indica: reflexión luminosa en el visible en %, medida según el iluminante D65 a 2°, lado del sustrato revestido del apilado de capas delgadas;

-  $a_c^*$  y  $b_c^*$  indican: colores en transmisión  $a^*$  y  $b^*$  en el sistema LAB medidas según el iluminante D65 a 2°, lado del sustrato revestido;

15 -  $R_g$  indica: reflexión luminosa en el visible en %, medida según el iluminante D65 a 2°, lado del sustrato no revestido;

-  $a_g^*$  y  $b_g^*$  indican: colores en transmisión  $a^*$  y  $b^*$  en el sistema LAB medidas según el iluminante D65 a 2°, lado del sustrato no revestido.

20 Por otra parte, para estos ejemplos, en todos los casos en los que se aplicó al sustrato un tratamiento térmico, fue un recocido durante aproximadamente 6 minutos a una temperatura de aproximadamente 620 °C seguido de un enfriamiento a la temperatura ambiente (alrededor de 20 °C), para simular un tratamiento térmico de abombado o de templado.

25 Además, para estos ejemplos, cuando el sustrato de soporte del apilado está integrado en un doble acristalamiento, este presenta la estructura: 4-16-4 (Ar - 90%), es decir dos sustratos de vidrio, cada uno de un espesor de 4 mm, están separados por una lámina de gas constituida por 90% de argón y 10% de aire que presenta un espesor de 16 mm.

30 Todos estos ejemplos permitieron lograr, en esta configuración de doble acristalamiento, un coeficiente U, o coeficiente K, calculado según la norma EN 673, del orden de  $1,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$  (es el coeficiente de transmisión térmica a través del acristalamiento; indica la cantidad de calor que pasa a través del sustrato en régimen estacionario, por unidad de área y para una diferencia de temperatura unitaria entre la cara del acristalamiento en contacto con el espacio exterior y la cara del acristalamiento en contacto con el espacio interior).

Para estos dobles acristalamientos,

- FS indica: factor solar, es decir la relación, en porcentaje, de la energía solar total entrante en el local a través del acristalamiento y la energía solar incidente total;

35 - s indica: selectividad correspondiente a la relación de transmisión luminosa  $T_L$  en el visible y el factor solar FS de modo que:  $S = T_{L\text{vis}}/\text{FS}$ ;

-  $T_L$  indica: transmisión luminosa en el visible en %, medida según el iluminante D65 a 2°;

-  $a_T^*$  y  $b_T^*$  indican: colores en transmisión  $a^*$  y  $b^*$  en el sistema LAB medidas según el iluminante D65 a 2°;

-  $R_e$  indica: reflexión luminosa exterior en el visible en %, medida según el iluminante D65 a 2°, lado del espacio exterior ES;

40 -  $a_e^*$  y  $b_e^*$  indican: colores en reflexión exterior  $a^*$  y  $b^*$  en el sistema LAB medidas según el iluminante D65 a 2°, lado del espacio exterior ES;

-  $R_i$  indica: reflexión luminosa interior en el visible en %, medida según el iluminante D65 a 2°, lado del espacio interior IS;

45 -  $a_i$  y  $b_i$  indican: colores en reflexión interior  $a^*$  y  $b^*$  en el sistema LAB medidas según el iluminante D65 a 2°, lado del espacio interior IS.

Se realizó un ejemplo n.º 1 según la estructura de apilado ilustrada en la figura 1, sin una capa absorbente según la invención y sin, no obstante, una capa protectora opcional 168, ni el revestimiento de subbloqueo 130.

La tabla 1 siguiente ilustra los espesores geométricos o físicos (y no los espesores ópticos) en nanómetros de cada una de las capas del ejemplo 1:

Tabla 1

| Capa | Material                           | Ej. 1 |
|------|------------------------------------|-------|
| 166  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 32    |
| 162  | ZnO:Al                             | 20    |
| 150  | NiCr                               | 1     |
| 140  | Ag                                 | 15    |
| 128  | ZnO:Al                             | 4     |
| 126  | SnZnO <sub>x</sub> :Sb             | 5     |
| 122  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 21    |

5 La tabla 2 siguiente resume las principales características ópticas y energéticas de este ejemplo 1, respectivamente cuando se considera únicamente el sustrato 10/30 solo antes del tratamiento térmico, el sustrato 10'/30' solo después de un tratamiento térmico y cuando estos están montados en doble acristalamiento, en la cara 2, F2, como en la figura 2 y en la cara 3, F3, como en la figura 3.

10 Para las dos líneas F2, la línea superior indica los datos obtenidos con el sustrato 10 y la línea inferior indica los datos obtenidos con el sustrato 10' que ha sido objeto de un tratamiento térmico; de igual manera, para las dos líneas F3, la línea superior indica los datos obtenidos con el sustrato sin tratamiento térmico (que es entonces el sustrato 30) y la línea inferior indica los datos obtenidos con el sustrato que ha sido objeto de un tratamiento térmico (que es entonces el sustrato 30').

Tabla 2

|     | R    |      | T <sub>L</sub> | a <sub>T</sub> * | b <sub>T</sub> * | R <sub>c</sub> | a <sub>c</sub> * | b <sub>c</sub> * | R <sub>g</sub> | a <sub>g</sub> * | b <sub>g</sub> * |
|-----|------|------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| 10  | 2,9  |      | 71,3           | -2,9             | 5,4              | 18,1           | 2,9              | -13,2            | 21,6           | 0,8              | -10,4            |
| 10' | 2,3  |      | 73,5           | -3,5             | 4,0              | 18,9           | 5,0              | -10,7            | 20,9           | 3,0              | -9,0             |
|     | FS   | s    | T <sub>L</sub> | a <sub>T</sub> * | b <sub>T</sub> * | R <sub>e</sub> | a <sub>e</sub> * | b <sub>e</sub> * | R <sub>i</sub> | a <sub>i</sub> * | b <sub>i</sub> * |
| F2  | 44,1 | 1,47 | 64,8           | -3,8             | 5,3              | 26,1           | -0,8             | -7,1             | 23,3           | 0                | -8,9             |
|     | 44,8 | 1,49 | 66,6           | -4,3             | 4,1              | 25,5           | 1,1              | -6,4             | 23,6           | 1,5              | -7,0             |
| F3  | 50,0 | 1,30 | 64,8           | -3,8             | 5,3              | 23,3           | 0                | -8,9             | 26,1           | -0,8             | -7,1             |
|     | 48,9 | 1,36 | 66,6           | -4,3             | 4,1              | 23,6           | 1,5              | -7,0             | 25,5           | 1,1              | -6,4             |

15 Por lo tanto, como se vea en esta tabla 2, la transmisión luminosa en el visible T<sub>L</sub> del acristalamiento es del orden del 65% y el color en reflexión externa es relativamente neutro.

Sin embargo, la reflexión luminosa exterior R<sub>e</sub> no resulta completamente satisfactoria, en el sentido de que puede parecer demasiado elevada, tanto la cara 2 como la cara 3 y luego es aconsejable reducirla, a un valor igual o inferior al 20%, incluso a un valor igual o inferior al 15%, sin que se vean afectados los otros parámetros y, en particular, los parámetros de color.

20 Los ejemplos numerados del 2 al 5 se realizaron luego sobre la base del apilado ilustrado en la figura 4, insertándose en el apilado una o varias capas absorbentes de nitruro de niobio NbN.

La tabla 3 siguiente ilustra los espesores geométricos en nanómetros de cada una de las capas del ejemplo 2:

Tabla 3

| Capa | Material                           | Ej. 2 |
|------|------------------------------------|-------|
| 166  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 34    |

| Capa | Material                           | Ej. 2 |
|------|------------------------------------|-------|
| 162  | ZnO:Al                             | 10    |
| 150  | NiCr                               | 1     |
| 140  | Ag                                 | 15    |
| 128  | ZnO:Al                             | 6     |
| 126  | SnZnO <sub>x</sub> :Sb             | 16    |
| 124  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 13    |
| 123  | NbN                                | 4,5   |
| 122  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 13    |

Este ejemplo 2 es, por lo tanto, sensiblemente idéntico al ejemplo 1, excepto que la capa dieléctrica 122 se ha separado en dos partes de espesores sensiblemente idénticos (respectivamente 122 y 124) y porque una capa absorbente 123 se insertó entre estas dos capas, es decir, sensiblemente en medio de la capa 122 del ejemplo 1.

- 5 La tabla 4 siguiente resume las principales características ópticas y energéticas de este ejemplo 2, respectivamente cuando se considera solo el sustrato y cuando este es montado en doble acristalamiento, en la cara 2, como en la figura 2, y en la cara 3, como en la figura 3. Esta tabla presenta la misma estructura que la tabla 2.

Tabla 4

|     | R      |      | T <sub>L</sub> | a <sub>T</sub> * | b <sub>T</sub> * | R <sub>c</sub> | a <sub>c</sub> * | b <sub>c</sub> * | R <sub>g</sub> | a <sub>g</sub> * | b <sub>g</sub> * |
|-----|--------|------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| 10  | 2,8    |      | 52,3           | -6,4             | 0,9              | 17,9           | 14,5             | 4                | 5,1            | 4,1              | -4,6             |
| 10' | 2,3    |      | 53,4           | -6,9             | -0,3             | 20             | 13,4             | 6,4              | 5,1            | 5,1              | -4,6             |
|     | FS (%) | s    | T <sub>L</sub> | a <sub>T</sub> * | b <sub>T</sub> * | R <sub>e</sub> | a <sub>e</sub> * | b <sub>e</sub> * | R <sub>i</sub> | a <sub>i</sub> * | b <sub>i</sub> * |
| F2  | 33,7   | 1,41 | 47,6           | -6,9             | 1,2              | 7,4            | 1,2              | -3,6             | 22,6           | 9                | 2,6              |
|     | 34,3   | 1,42 | 48,6           | -7,3             | -0,1             | 7,5            | 1,9              | -3,9             | 24,3           | 8,5              | 4,3              |
| F3  | 47,6   | 1,41 | 47,6           | -6,9             | 1,2              | 22,6           | 9                | 2,6              | 7,4            | 1,2              | -3,6             |
|     | 48,6   | 1,42 | 48,6           | -7,3             | -0,1             | 24,3           | 8,5              | 4,3              | 7,5            | 1,9              | -3,9             |

Como se ve en esta tabla 4, la reflexión luminosa exterior R<sub>e</sub> es muy satisfactoria cuando el apilado está colocado en la cara 2: es del orden del 7,5%; sin embargo, no es satisfactoria cuando el apilado es colocado en la cara 3.

- 10 Por otra parte, el color visto desde el exterior, es poco diferente al del Ejemplo 1 y permanece neutro, haya experimentado el apilado un tratamiento térmico o no.

El espesor total e de la capa absorbente 123 en el apilado en nanómetros es tal que, aplicando la fórmula  $e = a \times e_{40} + 55 - FS$ , en doble acristalamiento de la cara 2:  $a = -1,1$ .

La tabla 5 siguiente ilustra los espesores geométricos en nanómetros de cada una de las capas del ejemplo 3:

15

Tabla 5

| Capa | Material                           | Ej. 3 |
|------|------------------------------------|-------|
| 166  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 43    |
| 165  | NbN                                | 3,5   |
| 164  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 4     |
| 162  | ZnO:Al                             | 10    |
| 150  | NiCr                               | 1     |
| 140  | Ag                                 | 15    |

| Capa | Material                           | Ej. 3 |
|------|------------------------------------|-------|
| 128  | ZnO:Al                             | 8     |
| 126  | SnZnO <sub>x</sub> :Sb             | 6     |
| 122  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 14    |

Este ejemplo 3 es, por lo tanto, sensiblemente idéntico al ejemplo 1, excepto que la capa dieléctrica 166 se ha separado en dos partes de espesor sensiblemente idéntico (respectivamente 164 y 166) y porque una capa absorbente 165 se insertó entre estas dos capas, es decir, sensiblemente en el medio de la capa 166 del ejemplo 1.

5 La tabla 6 siguiente resume las principales características ópticas y energéticas de este ejemplo 3, respectivamente cuando se considera solo el sustrato y cuando es montado en doble acristalamiento, en la cara 2, como en la figura 2 y en la cara 3, como en la figura 3. Esta tabla presenta la misma estructura que las tablas 2 y 4.

Tabla 6

|     | R      |      | T <sub>L</sub> | a <sub>T</sub> * | b <sub>T</sub> * | R <sub>c</sub> | a <sub>c</sub> * | b <sub>c</sub> * | R <sub>g</sub> | a <sub>g</sub> * | b <sub>g</sub> * |
|-----|--------|------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| 10  | 2,7    |      | 51,8           | -1,8             | 1,9              | 8              | -0,7             | -21,1            | 31,5           | -1,4             | -5,6             |
| 10' | 2,6    |      | 52,5           | -2               | 1,3              | 8,5            | 0,7              | -19,9            | 31,6           | -0,7             | -5,6             |
|     | FS (%) | s    | T <sub>L</sub> | a <sub>T</sub> * | b <sub>T</sub> * | R <sub>e</sub> | a <sub>e</sub> * | b <sub>e</sub> * | R <sub>i</sub> | a <sub>i</sub> * | b <sub>i</sub> * |
| F2  | 35     | 1,33 | 46,7           | -2,7             | 1,6              | 33,7           | -1,6             | -5,2             | 14,6           | -1,3             | -13,1            |
|     | 35,1   | 1,35 | 47,4           | -2,9             | 1,1              | 33,9           | -1               | -5,3             | 15             | -0,5             | -12,4            |
| F3  | 561    | 0,83 | 46,7           | -2,7             | 1,6              | 14,6           | -1,3             | -13,1            | 33,7           | -1,6             | -5,2             |
|     | 56,6   | 0,84 | 47,4           | -2,9             | 1,1              | 15             | -0,5             | -12,4            | 33,9           | -1               | -5,3             |

Como se ve en esta tabla 6, la reflexión luminosa exterior R<sub>e</sub> es muy satisfactoria cuando el apilado es colocado en la cara 3: es del orden del 15%; sin embargo, no es satisfactorio cuando el apilado es colocado en la cara 2.

10 Por otra parte, el color visto desde el exterior, es poco diferente al del Ejemplo 1 y permanece neutro, haya experimentado el apilado un tratamiento térmico o no.

El espesor total e de la capa absorbente 165 en el apilado en nanómetros es tal que, aplicando la fórmula  $e = a \times e_{40} + 55 - FS$ , en el doble acristalamiento de la cara 2:  $a = -1,1$ .

La tabla 7 siguiente ilustra los espesores geométricos en nanómetros de cada una de las capas del ejemplo 4:

15

Tabla 7

| Capa | Material                           | Ej. 4 |
|------|------------------------------------|-------|
| 166  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 12    |
| 165  | NbN                                | 1     |
| 164  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 18    |
| 162  | ZnO: Al                            | 9     |
| 150  | NiCr                               | 1     |
| 140  | Ag                                 | 12    |
| 128  | ZnO:Al                             | 10    |
| 126  | SnZnO <sub>x</sub> :Sb             | 5     |
| 124  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 15    |
| 123  | NbN                                | 5     |
| 122  | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> :Al | 17    |

Este ejemplo 4 es, por lo tanto, sensiblemente idéntico al ejemplo 1, excepto que las capas dieléctricas 122 y 166 se han separado cada una en dos partes de espesor sensiblemente idéntico (respectivamente 122/124 y 164/166) y que la capa absorbente 123, 165 se ha insertado en cada caso entre estas dos capas, es decir, sensiblemente en el medio de las capas 122 y 166 del ejemplo 1.

- 5 Por otra parte, el material absorbente de las capas absorbentes está principalmente (más del 80%) dispuesto en el revestimiento subyacente 120, es decir, entre el sustrato de soporte y la capa funcional 140.

La tabla 8 siguiente resume las principales características ópticas y energéticas de este ejemplo 4, respectivamente cuando se considera únicamente el sustrato solo, sin tratamiento térmico, y cuando está montado en doble acristalamiento, en la cara 2, como en la figura 2 y en la cara 3, como en la figura 3.

10 Tabla 8

|    | R    |      | $T_L$ | $a_T^*$ | $b_T^*$ | $R_c$ | $a_c^*$ | $b_c^*$ | $R_g$ | $a_g^*$ | $b_g^*$ |
|----|------|------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|
| 10 | 3,7  |      | 53,3  | -4,5    | 1,4     | 6,5   | 19,4    | -21,7   | 4,8   | 1,8     | -2,6    |
|    | FS   | S    | $T_L$ | $a_T^*$ | $b_T^*$ | $R_e$ | $a_e^*$ | $b_e^*$ | $R_i$ | $a_i^*$ | $b_i^*$ |
| F2 | 37,8 | 1,27 | 48,1  | -5,2    | 1,2     | 7,1   | -0,3    | -1,7    | 13,4  | 9,4     | -12,7   |
| F3 | 57,2 | 0,84 | 48,1  | -5,2    | 1,2     | 13,4  | 9,4     | -12,7   | 7,1   | -0,3    | -1,7    |

Como se ve en esta tabla 8, la reflexión luminosa exterior  $R_e$  es muy satisfactoria cuando el apilado es colocado en la cara 2: es del orden del 7%; es menos satisfactorio cuando el apilado es colocado en la cara 3.

Por otro lado, el color visto desde el exterior, es poco diferente al del ejemplo 1 y permanece neutro, haya experimentado el apilado un tratamiento térmico o no.

- 15 El espesor total  $e$  de la capa absorbente 123 en el apilado en nanómetros es tal que, en aplicación de la fórmula  $e = a \times e_{40} + 55 - FS$ , en el doble acristalamiento de la cara 2:  $a = -0,9$ .

La tabla 9 siguiente ilustra los espesores geométricos en nanómetros de cada una de las capas del ejemplo 5:

Tabla 9

| Capa | Material     | Ej. 5 |
|------|--------------|-------|
| 166  | $Si_3N_4:Al$ | 12    |
| 165  | NbN          | 5     |
| 164  | $Si_3N_4:Al$ | 18    |
| 162  | $ZnO:Al$     | 9     |
| 150  | NiCr         | 1     |
| 140  | Ag           | 12    |
| 128  | $ZnO:Al$     | 10    |
| 126  | $SnZnO_x:Sb$ | 5     |
| 124  | $Si_3N_4:Al$ | 15    |
| 123  | NbN          | 1     |
| 122  | $Si_3N_4:Al$ | 17    |

Este ejemplo 5 presenta una estructura idéntica a la del ejemplo 4.

- 20 Sin embargo, a diferencia del ejemplo 4, el material absorbente de las capas absorbentes está principalmente (en más del 80%) dispuesto en el revestimiento 160, es decir, por encima de la capa funcional 140, en el polo opuesto al sustrato de soporte.

La tabla 10 siguiente resume las principales características ópticas y energéticas de este ejemplo 5, respectivamente cuando se considera únicamente el sustrato solo, sin tratamiento térmico, y cuando este está montado en doble acristalamiento, en la cara 2, como en la figura 2 y en la cara 3, como en la figura 3.

- 25

Tabla 10

|    | R    |      | T <sub>L</sub> | a <sub>T</sub> * | b <sub>T</sub> * | R <sub>c</sub> | a <sub>c</sub>   | b <sub>c</sub> * | R <sub>g</sub> | a <sub>g</sub> * | b <sub>g</sub> * |
|----|------|------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| 10 | 3,7  |      | 48,7           | -3,4             | -1,2             | 2,2            | 15               | -19,9            | 12,2           | 5,8              | -5,9             |
|    | FS   | s    | T <sub>L</sub> | a <sub>T</sub> * | b <sub>T</sub> * | R <sub>e</sub> | a <sub>e</sub> * | b <sub>e</sub> * | R <sub>i</sub> | a <sub>i</sub> * | b <sub>i</sub> * |
| F2 | 35,4 | 1,23 | 43,7           | -4,2             | -1,1             | 14,1           | 4,5              | -5,6             | 9,9            | 4,1              | -7,9             |
| F3 | 57,2 | 0,76 | 43,7           | -4,2             | -1,1             | 9,9            | 4,1              | -7,9             | 14,1           | 4,5              | -5,6             |

Como se ve en esta tabla 10, la reflexión luminosa exterior Re es muy satisfactoria cuando el apilado está colocado en la cara 3: es del orden del 10%; es menos satisfactoria cuando el apilado está colocado en la cara 2.

5 Por otra parte, el color visto desde el exterior, es poco diferente del ejemplo 1 y permanece neutro, haya experimentado el apilado tratamiento térmico o no.

El espesor total e de las capas absorbentes 123 y 165 en el apilado de capa delgadas colocado sobre la cara interior del sustrato 10 (el primer sustrato atravesado por la radiación solar incidente) en nanómetros es tal como, aplicando la fórmula  $e = a \times e_{40} + 55 - FS$ , el doble acristalamiento de la cara 2:  $a = -1,1$ .

10 Así, según la invención, si el apilado de capa delgadas está colocado en la cara 2 del acristalamiento múltiple, el espesor total e de la capa absorbente 123 y/o 165 en el apilado en nanómetros es:  $e = a \times e_{40} + 55 - FS$ , con:

$$0,5 \text{ nm} < e < 10 \text{ nm}$$

$$-1,5 < a < 0$$

$$5 \text{ nm} \leq e_{40} \leq 20 \text{ nm}, \text{ y}$$

FS, el factor solar en %.

15 Esta fórmula resume así el espesor total de la capa absorbente necesaria en el ámbito de la aplicación de la invención.

Por otra parte, en general, el tratamiento térmico de templado solo ha afectado ligeramente a los ejemplos según la invención.

20 En particular, la resistencia por cuadrado de los apilados según la invención, tanto antes como después del tratamiento térmico es siempre menor de 4 ohmios por cuadrado.

Los ejemplos 2 a 5 muestran que es posible combinar una alta selectividad, una baja emisividad y una escasa reflexión luminosa exterior, con un apilado que comprende una sola capa metálica funcional de plata, mientras que mantiene una estética adecuada (la T<sub>L</sub> es superior al 60% y los colores son neutros en reflexión).

25 Es más, la reflexión luminosa R<sub>L</sub> y la transmisión luminosa T<sub>L</sub> medidas según el iluminante D65 y los colores en reflexión a\* y b\* en el sistema LAB medidas según el iluminante D65 en el lado del sustrato no varían de manera realmente significativa durante el tratamiento térmico.

Al comparar las características ópticas y energéticas antes del tratamiento térmico con estas mismas características después del tratamiento térmico, no se constató ninguna degradación importante.

30 Asimismo, la resistencia mecánica del apilado según la invención es muy buena. Por otra parte, el comportamiento químico general de este apilado es globalmente bueno.

Cuando se usa un apilado monocapa funcional en un acristalamiento múltiple 100 de estructura de triple acristalamiento, este acristalamiento comprende tres sustratos 10, 20, 30 que se mantienen unidos mediante una estructura de bastidor 90 y que están separados, respectivamente de dos en dos, por una lámina de gas separadora 15, 25. El acristalamiento realiza así una separación entre un espacio exterior ES y un espacio interior IS.

35 El apilado puede colocarse en la cara 2 (en la lámina de vidrio más exterior del edificio considerando el sentido incidente de la luz solar que entra al edificio y sobre su cara dirigida hacia la lámina de gas) o en la cara 5 (en la lámina más interior del edificio, considerando el sentido incidente de la luz solar que entra al edificio y sobre su cara dirigida hacia la lámina de gas).

Las figuras 5 y 6 ilustran respectivamente la colocación:

40 - en la cara 2 de un apilado de capas delgadas 14 colocado sobre una cara interior 11 del sustrato 10 en contacto con la lámina de gas separadora 15, estando la otra cara 9 del sustrato 10 en contacto con el espacio exterior ES; y

- en la cara 5 de un apilado de capas delgadas 26 colocado sobre una cara interior 29 del sustrato 30 en contacto con la lámina de gas separadora 25, estando la otra cara 31 del sustrato 30 en contacto con el espacio interior IS.

Sin embargo, también se puede prever que en esta estructura de triple acristalamiento, uno de los sustratos presente una estructura laminada; sin embargo, no hay confusión posible porque en tal estructura, no hay una lámina de gas separadora.

5 Puede estar previsto, además, que al menos un sustrato 10, 20, 30 comprenda sobre al menos una cara 11, 19, 21, 29 en contacto con una lámina de gas separadora 15, 25, un revestimiento antirreflejos 18, 22, que está enfrentado en relación con dicha lámina de gas separadora 15, 25, con un apilado de capas delgadas 14, 26 con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar.

10 La figura 6 ilustra así el caso en que el sustrato 20 central del triple acristalamiento comprende en su cara 21 que está en contacto con la lámina de gas separadora 25, un revestimiento antirreflejos 22 que está enfrentado en relación con dicha s lámina de gas separadora 25 con el apilado de capas delgadas 26 con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar.

15 Obviamente, si en el contexto de aplicación de la invención, el apilado de capas delgadas 14 con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar está colocado sobre la cara 11 del sustrato 10, es entonces la cara 19 del sustrato central 20 del triple acristalamiento que está en contacto con la lámina de gas separadora 15 que comprende un revestimiento antirreflejos 18 que está enfrentado en relación con dicha lámina 15 de gas separadora con el apilado de capas delgadas 14.

20 En estos dos casos, también se puede esperar que la otra cara del sustrato central 20 del triple acristalamiento esté también provista de un revestimiento antirreflejos, como se ilustra para el primero de estos dos casos en la figura 6.

El objetivo de esta inserción de uno o varios revestimientos antirreflejos en una estructura de triple acristalamiento es permitir obtener una alta transmisión luminosa y un alto factor solar, al menos una transmisión luminosa y un factor solar similares a los de un doble acristalamiento con aislamiento térmico reforzado.

25 La presente invención se describe en lo que antecede a modo de ejemplo. Se entiende que el experto en la técnica puede realizar diferentes variantes de la invención sin apartarse del ámbito de la patente tal como se define en las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Acristalamiento múltiple (100) que comprende al menos dos sustratos (10, 30) que se mantienen unidos entre sí por una estructura de bastidor (90), realizando dicho acristalamiento una separación entre un espacio exterior (ES) y un espacio interior (IS), en donde al menos una lámina de gas separadora (15) está dispuesta entre los dos sustratos, estando un sustrato (10, 30) revestido sobre una cara interior (11, 29) en contacto con la lámina de gas separadora (15) de un apilado de capas delgadas (14, 26) con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar que comprende una única capa funcional metálica (140), particularmente de plata o de aleación metálica que contiene plata y dos revestimientos dieléctricos (120, 160), comprendiendo cada uno de dichos revestimientos al menos una capa dieléctrica (122, 126; 162, 166), estando dicha capa funcional (140) dispuesta entre los dos revestimientos dieléctricos (120, 160), **caracterizado porque** los dos revestimientos dieléctricos (120, 160) comprenden una capa absorbente (123, 165) que está dispuesta en el revestimiento dieléctrico entre dos capas dieléctricas (122, 126; 162, 166), estando el material absorbente de las capas absorbentes (123, 165) principalmente en el revestimiento dieléctrico (120) por debajo de la capa funcional metálica (140) o principalmente en el revestimiento dieléctrico (160) por encima de la capa funcional metálica (140) con más de la mitad del espesor total de la materia absorbente de las capas absorbentes del apilado, que está situada o en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica o en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica, de modo que:

- o el material absorbente de todas las capas absorbentes (123, 165) está principalmente en el revestimiento dieléctrico (120) por debajo de la capa metálica (140) y el apilado de las capas delgadas (14) está colocado sobre la cara interior (11) del sustrato (10) en contacto sobre otra cara (9) con el espacio exterior (ES);

- o el material absorbente de todas las capas absorbentes (123, 165) está principalmente en el revestimiento dieléctrico (160) por encima de la capa funcional metálica (140) y el apilado de las capas delgadas (26) está colocado sobre la cara interior (29) del sustrato (30) en contacto sobre otra cara (31) con el espacio interior (IS).

2. Acristalamiento múltiple (100) que comprende al menos tres sustratos (10, 20, 30) que se mantienen unidos mediante una estructura de bastidor (90), realizando dicho acristalamiento una separación entre un espacio exterior (ES) y un espacio interior (IS), en donde al menos dos láminas de gas separadoras (15, 25) están dispuestas cada una entre dos sustratos, estando un sustrato (10, 30) revestido sobre una cara interior (11, 29) en contacto con la lámina de gas separadora (15, 25) de un apilado de capas delgadas (14, 26) con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar que comprende una única capa funcional metálica (140), en particular de plata o aleación metálica que contiene plata y dos revestimientos dieléctricos (120, 160), comprendiendo cada uno de dichos revestimientos al menos una capa dieléctrica (122, 126; 162, 166), estando dicha capa funcional (140) dispuesta entre los dos revestimientos dieléctricos (120, 160), **caracterizado porque** los dos revestimientos dieléctricos (120, 160) comprenden una capa absorbente (123, 165) que está dispuesta en el revestimiento dieléctrico entre dos capas dieléctricas (122, 126; 162, 166), estando el material absorbente de las capas absorbentes (123, 165) principalmente en el revestimiento dieléctrico (120) por debajo de la capa funcional metálica (140) o principalmente en el revestimiento dieléctrico (160) por encima de la capa funcional metálica (140) con más de la mitad del espesor total del material absorbente de las capas absorbentes del apilado que está situado o en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica, o en el revestimiento dieléctrico por encima de la capa funcional metálica, de modo que:

- o el material absorbente de todas las capas absorbentes (123, 165) está principalmente en el revestimiento dieléctrico (120) por debajo de la capa funcional metálica (140) y el apilado de capas delgadas (14) está colocado sobre la cara interior (11) del sustrato (10) en contacto sobre otra cara (9) con el espacio exterior (ES);

- o el material absorbente de todas las capas absorbentes (123, 165) está principalmente en el revestimiento dieléctrico (160) por encima de la capa funcional metálica (140) y el apilado de capas delgadas (26) está colocado sobre la cara interior (29) del sustrato (30) en contacto sobre otra cara (31) con el espacio interior (IS).

3. Acristalamiento múltiple (100) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado porque** al menos un sustrato (10, 20, 30) comprende sobre al menos una cara (11, 19, 21, 29) en contacto con una lámina de gas separadora (15, 25), un revestimiento antirreflejos (18, 22) que está enfrenteado en relación con dicha lámina de gas separadora (15, 25) con un apilado de capas delgadas (14, 26) con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar.

4. Acristalamiento múltiple (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el espesor total e de la capa absorbente (123, 165) en nanómetros del apilado de capas delgadas (14) colocadas sobre la cara interior (11) del sustrato (10) es tal que:  $e = a \times e_{140} + 55 - FS$  con:

$$0,5 \text{ nm} < e < 10 \text{ nm}$$

$$-1,5 < a < 0$$

espesor físico de la capa funcional metálica (140):  $5 \text{ nm} \leq e_{140} \leq 20 \text{ nm}$ , y

FS, el factor solar del acristalamiento múltiple en %.

5. Acristalamiento múltiple (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** al menos una capa absorbente (123, 165), y preferentemente todas las capas absorbentes, es o son de nitruro y en particular de nitruro de niobio NbN o de nitruro de titanio TiN.

5 6. Acristalamiento múltiple (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** dicha (o cada) capa absorbente (123, 165) presenta un espesor comprendido entre 0,5 y 10 nm, incluidos estos valores, incluso entre 2 y 8 nm, incluidos estos valores.

10 7. Acristalamiento múltiple (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** cada uno de dichos revestimientos dieléctricos subyacentes (120) y dieléctrico suprayacente (160) comprenden al menos una capa dieléctrica (122, 166) de nitruro de silicio, opcionalmente dopado con la ayuda de al menos otro elemento, como el aluminio.

15 8. Acristalamiento múltiple (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** cada capa absorbente (123, 165) está dispuesta en el revestimiento dieléctrico entre dos capas dieléctricas (122, 124; 164, 166) que son ambos de nitruro de silicio, opcionalmente dopado con la ayuda de al menos otro elemento, como el aluminio.

20 9. Acristalamiento múltiple (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la capa funcional (140) se deposita directamente sobre un revestimiento de subbloqueo (130) dispuesto entre la capa funcional (140) y el revestimiento dieléctrico (120) por debajo de la capa funcional y/o la capa funcional (140) se deposita directamente por debajo de un revestimiento de sobrebloqueo (150) dispuesto entre la capa funcional (140) y el revestimiento dieléctrico (160) por encima de la capa funcional **y porque** el revestimiento de subbloqueo (130) y/o el revestimiento de sobrebloqueo (150) comprende una fina capa de níquel o de titanio que tiene un espesor físico  $e'$  tal que  $0,2 \text{ nm} \leq e' \leq 2,5 \text{ nm}$ .

25 10. Acristalamiento múltiple (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** la última capa (168) del revestimiento dieléctrico suprayacente (160), el más alejado del sustrato, es de óxido, depositado preferentemente de forma subestequiométrica, y especialmente es de titanio ( $\text{TiO}_x$ ) o de óxido mixto de zinc y de estaño ( $\text{SnZnO}_x$ ).

30 11. Utilización. de un apilado de capas delgadas (14, 26) con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar que comprende una sola capa funcional metálica (140), particularmente de plata o de aleación metálica que contiene plata y dos revestimientos dieléctricos (120, 160), comprendiendo cada uno de dichos revestimientos al menos una capa dieléctrica (122, 126; 164, 168), estando dicha capa funcional (140) dispuesta entre los dos revestimientos dieléctricos (120, 160) y estando dicho apilado de capas delgadas (14, 26) dispuesto sobre una cara interior (11, 29) de al menos un sustrato (10, 30) para realizar un acristalamiento múltiple (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 que comprende al menos dos sustratos (10, 30), que se mantienen unidos mediante una estructura de bastidor (90) y en el que una lámina de gas separadora (15) está dispuesta en dos sustratos.

35 12. Procedimiento de fabricación de un acristalamiento múltiple (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 que comprende al menos dos sustratos (10, 30) que se mantienen unidos mediante una estructura de bastidor (90), realizando dicho acristalamiento una separación entre un espacio exterior (ES) y un espacio interior (IS), en donde al menos una lámina de gas separadora (15) está dispuesta entre los dos sustratos, estando un sustrato (10, 20) revestido sobre una cara interior (11, 29) en contacto con la lámina de gas separadora (15) de un apilado de capas delgadas (14, 26) con propiedades de reflexión de infrarrojos y/o de la radiación solar que comprende una única capa funcional metálica (140), particularmente de plata o de aleación metálica que contiene plata y dos revestimientos dieléctricos (120, 160), comprendiendo cada uno de dichos revestimientos al menos una capa dieléctrica (122, 126, 164, 168), estando dicha capa funcional (140) dispuesta entre los dos revestimientos dieléctricos (120, 160), **caracterizado porque** los dos revestimientos dieléctricos (120, 160) comprenden una capa absorbente (123, 165) que está dispuesta en el revestimiento dieléctrico entre dos capas dieléctricas (122, 126; 162, 166), estando el material absorbente de las capas absorbentes (123, 165) principalmente en el revestimiento dieléctrico (120) por debajo de la capa funcional metálica (140) o principalmente en el revestimiento dieléctrico (160) por encima de la capa funcional metálica (140) con más de la mitad del espesor total del material absorbente de las capas absorbentes del apilado que está situado o en el revestimiento dieléctrico por debajo de la capa funcional metálica, o en el revestimiento dieléctrico por encima de la capa funcional metálica, de modo que:

55 - o el sustrato (10) está colocado en la estructura de bastidor (90) de modo que su cara interior (11) comprenda un apilado de capas delgadas (14) cuyo material absorbente de todas las capas absorbentes (123, 165) está principalmente en el revestimiento dieléctrico (120) por debajo de la capa funcional metálica (140) y su otra cara (9) esté en contacto con el espacio exterior (ES);

- o el sustrato (30) está colocado en la estructura de bastidor (90) de modo que su cara interior (29) comprenda un apilado de capas delgadas (26) cuya materia absorbente de todas las capas absorbentes (123, 165) está principalmente en el revestimiento dieléctrico (160) por encima de la capa funcional metálica (140) y que su otra cara

(31) esté en contacto con el espacio interior (IS).

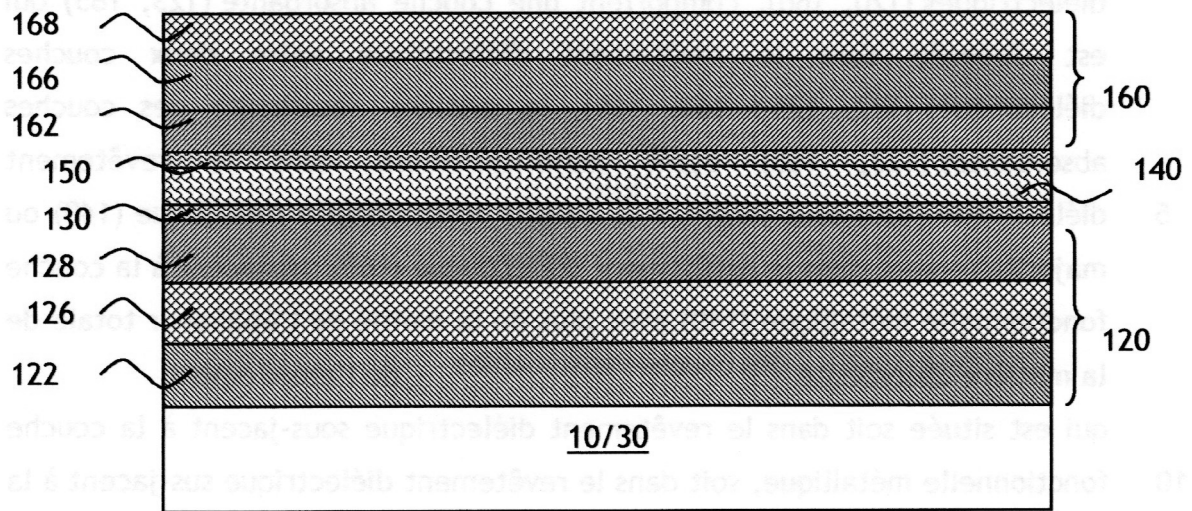


Fig. 1

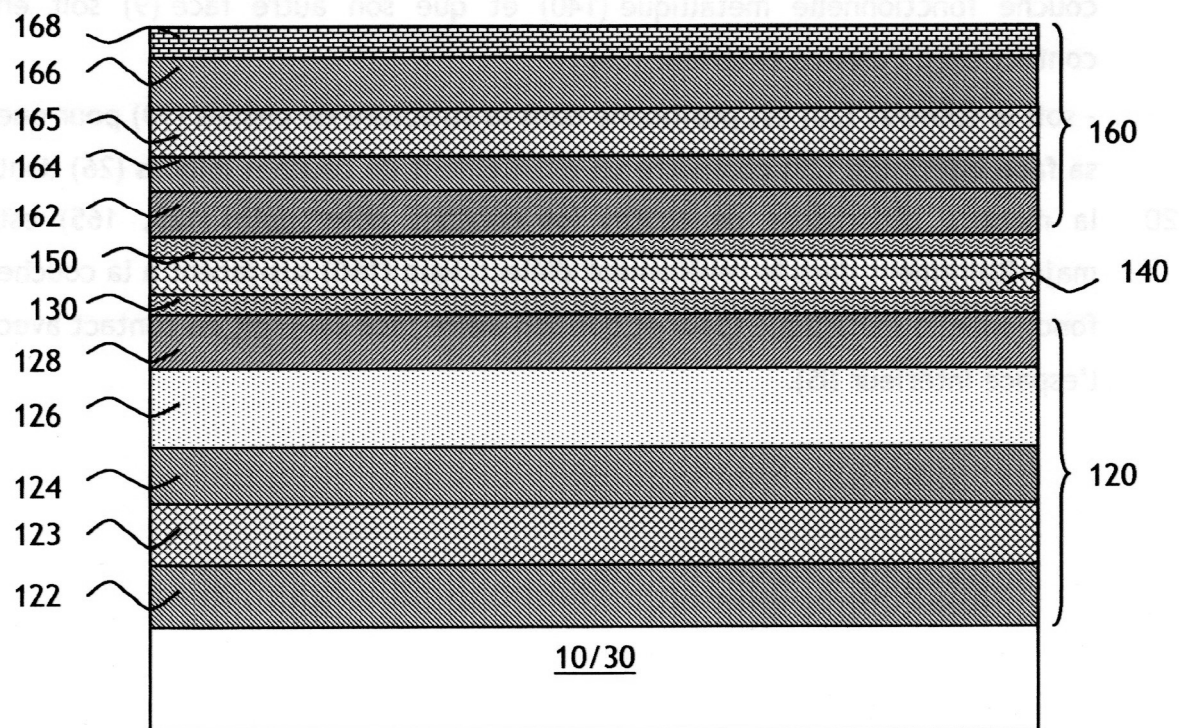


Fig. 4

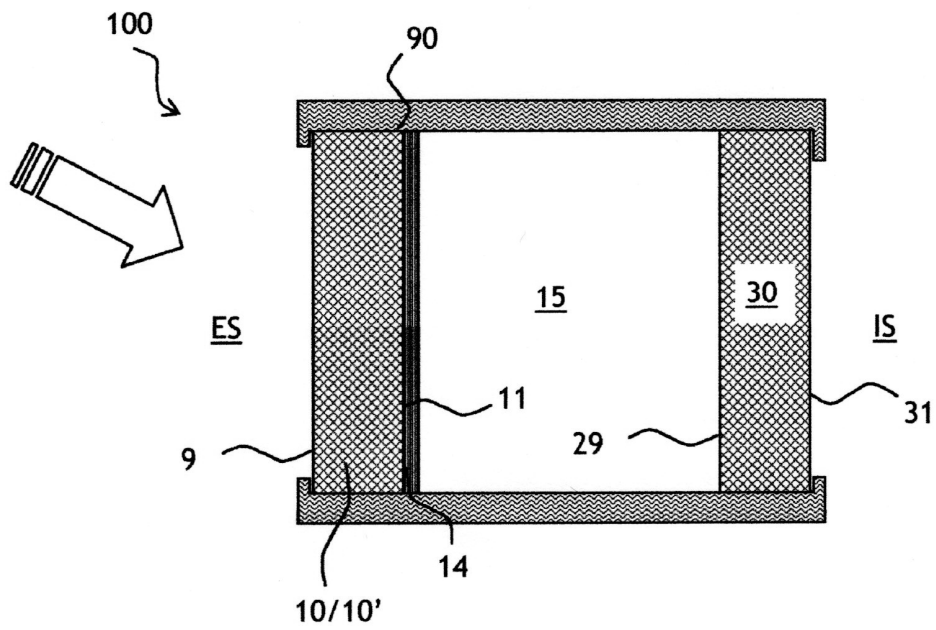


Fig. 2

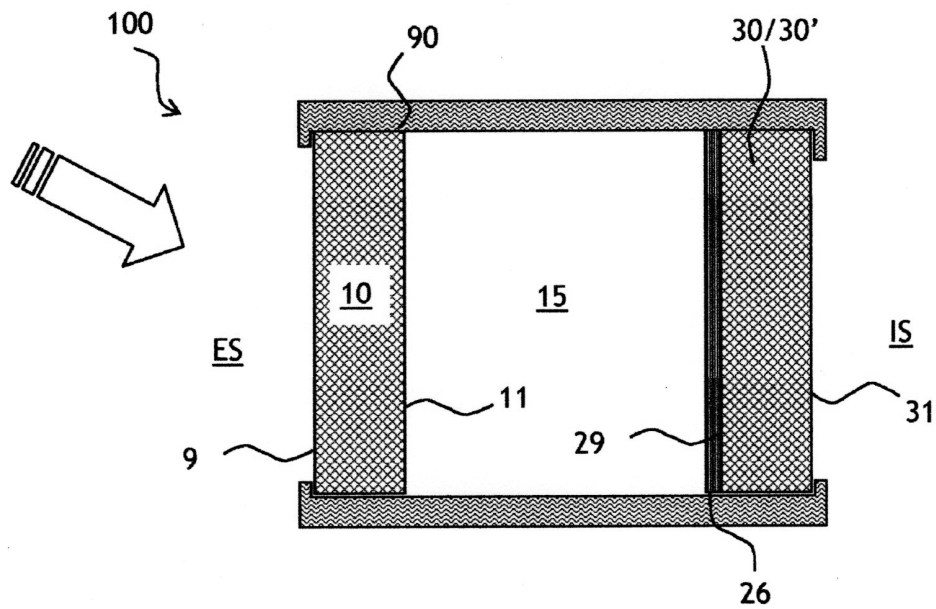


Fig. 3

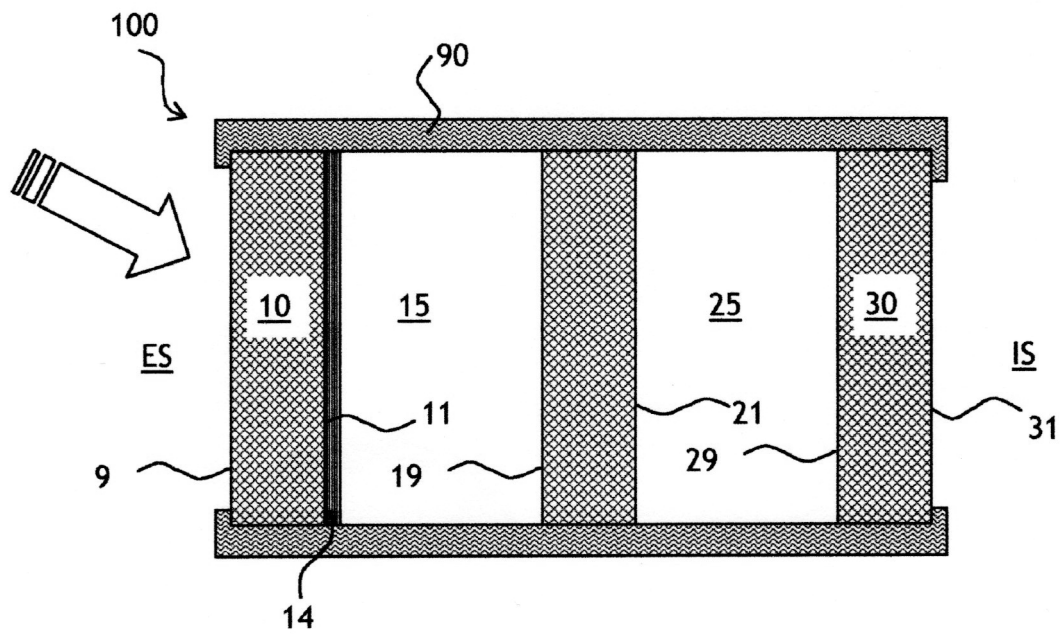


Fig. 5

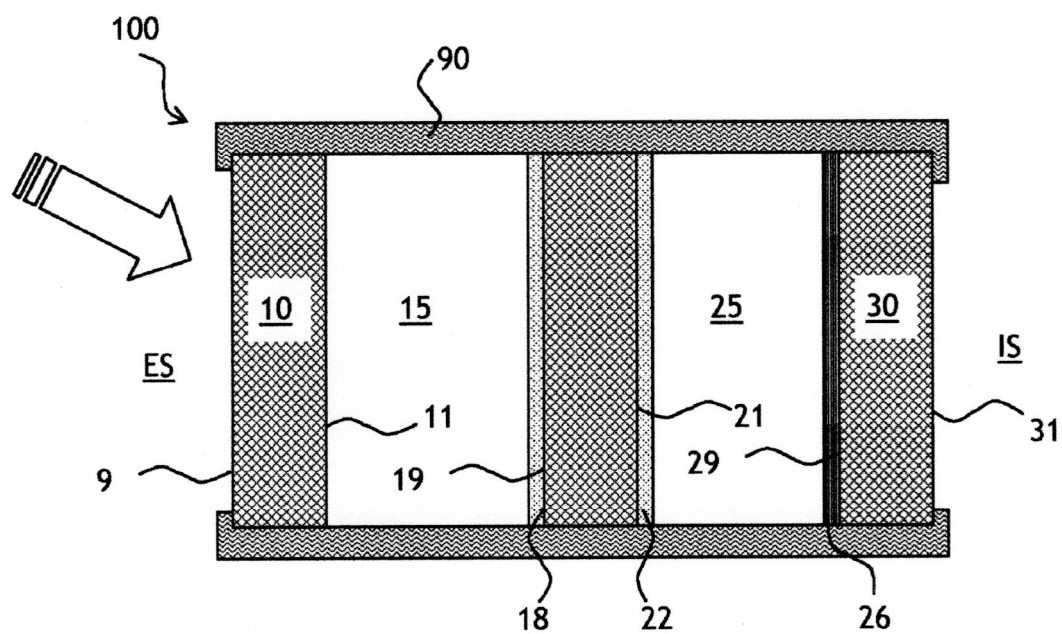


Fig. 6