

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 615**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2013 PCT/FR2013/050100**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.07.2013 WO13107983**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2013 E 13704165 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2804843**

54 Título: **Substrato provisto de una multicapa que tiene propiedades térmicas y que comprende cuatro capas de metal funcionales y utilización de dicho substrato**

30 Prioridad:

16.01.2012 FR 1250407

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

07.12.2017

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
18 avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

SANDRE-CHARDONNAL, ETIENNE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 645 615 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

Substrato provisto de una multicapa que tiene propiedades térmicas y que comprende cuatro capas de metal funcionales y utilización de dicho substrato

5 La invención se refiere a un substrato transparente de vidrio, dicho substrato está recubierto con una multicapa de películas delgadas que comprende varias capas funcionales que pueden actuar sobre la radiación solar y/o sobre la radiación infrarroja de longitud de onda larga.

10 La invención se refiere de manera más particular a un substrato de vidrio transparente, provisto de una multicapa de películas delgadas que comprende una alternación de "n" capas metálicas funcionales, especialmente de capas funcionales basadas en plata o en una aleación de metal que contiene plata, y de "(n+1)" recubrimientos antirreflectantes, siendo n un número entero = 4, de manera que cada capa funcional queda colocada entre dos recubrimientos antirreflectantes. Cada recubrimiento comprende al menos una capa antirreflectante, cada recubrimiento de preferencia está compuesto de una pluralidad de capas, al menos una capa de éstas, o incluso cada capa de éstas es una capa antirreflectante.

15 La invención se refiere de manera más particular al uso de dichos substratos para la fabricación de acristalamiento de aislamiento térmico y/o protección solar. Este acristalamiento igualmente puede estar destinado a equipar tanto edificios como vehículos, especialmente en vista de reducir la carga de aire acondicionado y/o evitar el sobrecalentamiento excesivo (denominados acristalamientos "de control solar") y/o reducir la cantidad de energía disipada al exterior (denominados acristalamientos de "baja emisividad") que surge por la importancia creciente de superficies acristaladas en edificios y compartimientos de pasajeros en los vehículos.

20 Estos substratos en particular pueden estar integrados en dispositivos electrónicos y la multicapa entonces puede actuar como un electrodo para la conducción de una corriente (dispositivo de iluminación, pantalla, panel voltaico, acristalamiento electrocromico, etc.) o se pueden integrar en acristalamientos que tiene funcionalidades particulares, tal como por ejemplo, acristalamiento calefactable, y en particular parabrisas de vehículo calefactables.

Son conocidas las multicapas que tienen cuatro capas metálicas funcionales.

25 En este tipo de multicapa, cada capa funcional está colocada entre dos recubrimientos antirreflectantes comprendiendo cada uno, en general, varias capas antirreflectantes que están hechas cada una de un material de tipo nitruro y especialmente nitruro de silicio o nitruro de aluminio y/o de tipo óxido. Desde un punto de vista óptico, el propósito de estos recubrimientos que flanquean la capa funcional es "antirreflejar" esta capa funcional.

30 Sin embargo, un recubrimiento bloqueador muy delgado es interpuesto en ocasiones entre uno o cada recubrimiento antirreflectante y una capa funcional adyacente: un recubrimiento bloqueador colocado debajo de la capa funcional en la dirección del substrato y un recubrimiento bloqueador colocado sobre la capa funcional en el lado opuesto del substrato y que protege esta capa contra cualquier degradación durante la deposición del recubrimiento antirreflectante superior y durante un tratamiento por calor de alta temperatura opcional del tipo curvado y/o temple.

35 Las multicapas que tienen cuatro capas funcionales son conocidas de la técnica anterior, por ejemplo, por la Solicitud de Patente Internacional N° WO 2005/051858.

40 En las multicapas que tienen cuatro capas funcionales presentadas en ese documento, los espesores de todas las capas funcionales son sustancialmente idénticos, es decir que el espesor de la primera capa funcional, más cercana al substrato, es sustancialmente idéntico al espesor de la segunda capa funcional que es sustancialmente idéntico al espesor de la tercera capa funcional, o incluso que es sustancialmente idéntico al espesor de la cuarta capa funcional cuando hay una cuarta capa funcional. Véase, por ejemplo, el ejemplo 24 de ese documento.

45 Sin embargo, pareciera que la configuración del doble acristalamiento del ejemplo 24 de la Solicitud N° WO 2005/051858 no es completamente satisfactorio ya que, aún cuando su transmisión de la luz es bastante alta (58,0%), su reflexión de la luz es bastante baja (12,2%) y su transmisión de energía es bastante baja, su factor solar (el cual por naturaleza es superior a la transmisión de energía) tiene como resultado una selectividad que no es satisfactoria; además, el color en la transmisión tampoco es satisfactorio debido a un valor de a^* en el sistema Lab que es muy negativo. Se conoce también del documento FR2936510 multicapas que comprenden 4 capas funcionales sea teniendo todas el mismo espesor, sea siendo la primera y la cuarta capas más finas que la segunda y la tercera capas situadas en el centro de la multicapa. Parece que sería preferible obtener una transmisión de la luz en doble acristalamiento que sea superior (del orden de 60%), una reflexión de la luz que siga siendo tan baja (del orden de 12%) y un factor solar inferior (del orden de 26%), a fin de poder obtener una alta selectividad del orden de 2,3; parece que también sería preferible obtener un color en la reflexión, tanto desde el exterior como desde el interior, más neutral, en el azul-verde y que además varíe poco con el ángulo de visión.

Un objetivo de la invención es entonces proporcionar una multicapa que tenga estas características.

Otro objetivo es proporcionar una multicapa que tenga una resistencia laminar muy baja, en particular para que el acristalamiento que integra esta multicapa pueda exhibir una alta reflexión de energía y/o una emisividad muy baja y/o pueda ser calentada mediante la aplicación de una corriente entre dos barras colectoras eléctricamente conectadas a la multicapa, y también una alta transmisión de luz y un color relativamente neutro, en particular en una configuración de doble acristalamiento o en configuración laminada, y para que estas propiedades preferiblemente se obtengan después de un tratamiento (o tratamientos) térmico(s) de alta temperatura del tipo curvado y/o temple y/o recocido, incluso para que estas propiedades sean mantenidas dentro de un intervalo restringido experimente o no la multicapa uno (o más) de dichos tratamientos térmicos.

10 La invención tiene así por objeto, en su sentido más amplio, un sustrato de vidrio transparente, provisto de una multicapa de películas delgadas que comprende una alternación de cuatro capas metálicas funcionales, especialmente de capas funcionales basadas en plata o en una aleación de metal que contiene plata, y de cinco recubrimientos antirreflectantes, comprendiendo cada recubrimiento antirreflectante al menos una capa antirreflectante, de manera que cada capa metálica funcional queda colocada entre dos recubrimientos antirreflectantes, destacándose en que el espesor de la segunda, tercera y cuarta capas metálicas funcionales iniciando desde el sustrato es sustancialmente idéntico, con una relación del espesor de una capa al espesor de la capa precedente que está comprendida entre 0,9 y 1,1 incluidos estos valores, y el espesor de la primera capa metálica funcional es aproximadamente la mitad del espesor de la segunda capa metálica funcional, con una relación del espesor de la segunda capa metálica al espesor de la primera capa metálica funcional que está comprendida entre 1,9 y 2,2 incluidos estos valores.

20 Los recubrimientos antirreflectantes, cada uno ubicado entre dos capas metálicas funcionales, tienen espesores ópticos bastante similares. Cada recubrimiento antirreflectante ubicado entre dos capas metálicas funcionales tiene, preferiblemente, un espesor óptico entre 165 nm y 181 nm incluidos estos valores para promover la obtención de un color de reflexión en el azul-verde. Esto es lo más sorprendente considerando el desequilibrio entre el espesor de la primera capa metálica funcional y el espesor de las otras capas metálicas funcionales.

25 La expresión "color en el azul-verde" se debe entender dentro de la presente invención para indicar que, en el sistema de medición de color Lab, a^* es entre 0 y -6.

Preferiblemente, cada recubrimiento antirreflectante ubicado entre dos capas metálicas funcionales está constituido únicamente de una o más capas antirreflectantes. Preferiblemente, por lo tanto no hay capa absorbente en los recubrimientos dieléctricos, a fin de no disminuir la transmisión de luz.

30 El espesor de la primera capa metálica funcional es, preferiblemente, aproximadamente la mitad del espesor de todas las otras capas metálicas funcionales, con una relación del promedio del espesor de la segunda, tercera y cuarta capas metálicas funcionales al espesor de la primera capa metálica funcional que está comprendida entre 1,9 y 2,5 incluidos estos valores. Esta regla hace posible promover la obtención de un color en reflexión externa que está en el azul-verde.

35 El término "fila" dentro de la presente invención se entiende para indicar la numeración, en números enteros, de cada capa funcional comenzando a partir del sustrato: la capa funcional más cercana al sustrato es la capa funcional de la fila 1 o la primera capa funcional, la siguiente alejándose del sustrato es la de la fila 2 o segunda capa funcional, etc.

La expresión "relación del espesor de una capa al espesor de la capa precedente" debiera entonces ser entendida para indicar la relación del espesor de la capa en cuestión al espesor de la capa de la fila inmediatamente inferior.

40 El espesor de cada capa funcional preferiblemente está comprendida entre 6 y 20 nm incluidos estos valores, a fin de obtener una transmisión de luz lo suficientemente alta.

El espesor e_{40} en nm de la primera capa metálica funcional empezando a partir del sustrato (la de la fila 1) preferiblemente es tal que: $5,5 \leq e_{40} \leq 11$ en nm, y preferiblemente $6 \leq e_{40} \leq 10$.

El espesor e_{80} en nm de la segunda capa metálica funcional empezando a partir del sustrato (la de la fila 2) preferiblemente es tal que: $11 \leq e_{80} \leq 22$ en nm, y preferiblemente $12 \leq e_{80} \leq 20$.

45 El espesor e_{120} en nm de la tercera capa metálica funcional empezando a partir del sustrato (la de la fila 3) preferiblemente es tal que: $11 \leq e_{120} \leq 22$ en nm, y preferiblemente $12 \leq e_{120} \leq 20$.

El espesor e_{160} en nm de la cuarta capa metálica funcional empezando a partir del sustrato (la de la fila 4) preferiblemente es tal que: $11 \leq e_{160} \leq 22$ en nm, y preferiblemente $12 \leq e_{160} \leq 20$.

50 Estos intervalos de espesor para las capas metálicas funcionales son los intervalos para los cuales se obtienen los mejores resultados: alta transmisión de luz en doble acristalamiento, baja reflexión de luz y factor solar inferior, a fin de

poder obtener una alta selectividad con un color en reflexión, tanto desde el exterior como desde el interior, neutro, en el azul-verde.

En una variante preferida, el espesor total de las cuatro capas metálicas funcionales está comprendido entre 30 y 70 nm incluidos estos valores, incluso este espesor total está comprendido entre 35 y 65 nm.

- 5 Es importante observar aquí que el reparto particular en la distribución de los espesores de las cuatro capas funcionales no es el mismo que el reparto en la distribución de los espesores de todas las capas de la multicapa (teniendo en cuenta las capas antirreflectantes).

A menos que se mencione lo contrario, los espesores citados en el presente documento son espesores físicos o reales (y no espesores ópticos).

- 10 La expresión "espesor óptico" se entiende dentro de la invención, como es habitual, como el producto del espesor físico (o real) de la capa multiplicado por su índice de refracción medido como es habitual a 550 nm.

La expresión "espesor óptico total" se entiende dentro de la invención como la suma de todos los espesores ópticos de las capas consideradas, siendo cada espesor óptico, tal como se explicó antes, el producto del espesor físico (o real) de la capa multiplicado por su índice de refracción medido como es habitual a 550 nm.

- 15 Por lo tanto, el espesor óptico total del primer recubrimiento antirreflectante (aquél de la fila 1) subyacente a la primera capa metálica funcional está constituido por la suma de todos los espesores ópticos de las capas dieléctricas de este recubrimiento que están colocadas entre el sustrato y la primera capa metálica funcional o entre el sustrato y el recubrimiento sub-bloqueador de la primera capa metálica en caso que esté presente este recubrimiento sub-bloqueador.

- 20 De manera similar, el espesor óptico total del último recubrimiento antirreflectante (aquél de la fila 5), suprayacente a la cuarta capa metálica funcional está constituido por la suma de todos los espesores ópticos de las capas dieléctricas de este recubrimiento que están colocadas encima de la cuarta capa metálica funcional, en el lado opuesto al sustrato, o encima del recubrimiento sobre-bloqueador de esta cuarta capa metálica funcional en caso que esté presente este recubrimiento sobre-bloqueador.

- 25 El espesor óptico total de un recubrimiento antirreflectante intermedio (aquellos de las filas 2, 3 y 4), suprayacente a una capa metálica funcional y subyacente a la siguiente capa metálica funcional que se aleja del sustrato, está constituido por la suma de todos los espesores ópticos de las capas dieléctricas de este recubrimiento que están colocadas entre estas dos capas metálicas funcionales, encima del recubrimiento sobre-bloqueador de la capa metálica funcional, en caso de estar presente, y debajo del recubrimiento sobre-bloqueador de la siguiente capa metálica funcional, en caso de estar presente.

- 30 Además, cuando se hace mención a un posicionamiento vertical de una capa (por ejemplo, debajo de/encima de), siempre se hace considerando que el sustrato portador está colocado horizontalmente, en el fondo, con la multicapa sobre ésta; cuando se especifica que una capa está depositada directamente sobre otra, esto significa que no puede haber una (o más) capas insertadas entre estas dos capas. La fila de las capas funcionales, aquí siempre es definida comenzando desde el sustrato que tiene la multicapa (sustrato sobre cuya cara está depositada la multicapa) y refiriéndose a capas de la misma naturaleza.

- 35 En una variante particular de la invención, cada uno de los recubrimientos antirreflectantes comprende al menos una capa antirreflectante basada en nitruro de silicio, opcionalmente dopada con la ayuda de al menos otro elemento, tal como aluminio. Esto es particularmente conveniente para multicapas de capas finas que van a ser curvadas/templadas o para multicapas de capas finas que se pueden curvar/templar.

- 40 En otra variante particular de la invención, la última capa de cada recubrimiento antirreflectante subyacente a una capa funcional es una capa antirreflectante de humedecimiento basada en óxido cristalino, especialmente basada en óxido de zinc, opcionalmente dopada con la ayuda de al menos otro elemento, tal como aluminio, a fin de promover la obtención de capas funcionales cristalinas.

- 45 La presente invención además se refiere al acristalamiento que incorpora al menos un sustrato de acuerdo con la invención, opcionalmente combinado con al menos otro sustrato y especialmente un múltiple acristalamiento del tipo doble acristalamiento o triple acristalamiento o un acristalamiento laminado y en particular acristalamiento laminado que comprende medios para la conexión eléctrica de la multicapa de capas finas a fin de hacer posible la producción de acristalamiento laminado calefactable, siendo posible que dicho sustrato portador de la multicapa sea curvado y/o templado.

50

Cada sustrato del acristalamiento puede ser transparente o coloreado. Al menos uno de los sustratos puede estar hecho especialmente de vidrio coloreado en masa. La elección del tipo de colaboración dependerá del nivel de transmisión de luz y/o de la apariencia colorimétrica que se desea para el acristalamiento una vez que se ha completado su fabricación.

5 El acristalamiento, de acuerdo con la invención, puede tener una estructura laminada, especialmente que combina al menos dos sustratos rígidos del tipo vidrio mediante al menos una lámina de polímero termoplástico, a fin de presentar una estructura de tipo: vidrio/multicapa de películas delgadas/lámina(s)/vidrio. El polímero puede estar basado especialmente en polivinilbutiral (PVB), etileno/acetato de vinilo (EVA), poli(tereftalato de etileno) (PET) o poli(cloruro de vinilo) (PVC).

10 El acristalamiento entonces puede tener una estructura del tipo: vidrio/multicapa de películas delgadas/lámina(s) de polímero/vidrio.

Los acristalamientos de acuerdo con la invención, tienen la capacidad de experimentar un tratamiento térmico sin que se dañe la multicapa de películas delgadas. Por lo tanto, opcionalmente es curvada y/o templada.

15 El acristalamiento puede ser curvado y/o templado cuando es formado de un solo sustrato que está provisto de la multicapa. Esto entonces se conoce como acristalamiento "monolítico". Si el acristalamiento es curvado, especialmente para el propósito de formar acristalamiento para vehículos, la multicapa de películas delgadas se encuentra preferiblemente sobre una cara que es al menos parcialmente no plana.

20 El acristalamiento también puede ser acristalamiento múltiple, especialmente doble acristalamiento, siendo posible que al menos el sustrato que lleva la multicapa sea curvado y/o templado. En una configuración de acristalamiento múltiple es preferible que la multicapa se disponga de manera que se gire del lado de la capa de gas intermedia. En una estructura laminada, el sustrato que lleva la multicapa puede estar en contacto con la lámina de polímero.

25 El acristalamiento también puede ser un acristalamiento triple que consiste en tres láminas de vidrio separadas, en pares, por un espacio llenado con gas. En una estructura de triple acristalamiento, el sustrato que tiene la multicapa puede estar sobre la cara 2 y/o sobre la cara 5, cuando se considera que el sentido de incidencia de la luz solar pasa a través de las caras en el orden creciente del número de cara.

Cuando el acristalamiento es acristalamiento monolítico o múltiple del tipo doble acristalamiento, triple acristalamiento o acristalamiento laminado, al menos el sustrato que tiene la multicapa puede estar hecho de vidrio curvado o templado, siendo posible que este sustrato sea curvado o templado antes o después de la deposición de la multicapa.

30 La invención también se refiere al uso del sustrato de acuerdo con la invención para producir un acristalamiento que tiene reflexión de energía alta y/o un acristalamiento que tiene muy baja emisividad y/o un acristalamiento calefactable con un recubrimiento transparente calefactable por el efecto Joule.

La invención también se refiere al uso del sustrato de acuerdo con la invención para producir un electrodo transparente de un acristalamiento electrocrómico o de un dispositivo de iluminación o de un dispositivo de visualización o de un panel fotovoltaico.

35 El sustrato, de acuerdo con la invención, puede ser utilizado, en particular, para producir un sustrato que tiene alta reflexión de energía y/o un sustrato que tiene muy baja emisividad y/o un recubrimiento transparente calefactable de acristalamiento calefactable.

40 El sustrato de acuerdo con la invención, en particular, puede ser utilizado para producir un electrodo transparente de un acristalamiento electrocrómico (este acristalamiento es acristalamiento monolítico o acristalamiento múltiple del tipo doble acristalamiento o triple acristalamiento o acristalamiento laminado) o de un dispositivo de iluminación o de una pantalla de visualización o de un panel fotovoltaico. (El término "transparente" debe ser entendido aquí como "no opaco").

45 La multicapa, de acuerdo con la invención, hace posible obtener un sustrato recubierto con una multicapa y que tiene una alta transmisión de luz (>55%, e incluso >60%), una baja reflexión de luz (<14%), un alto factor solar y un color en la reflexión que no es muy pronunciado (con valores de a^* y b^* en el sistema Lab que son cercanos a cero) y que además varía poco en función del ángulo de visualización.

La multicapa, de acuerdo con la invención, entonces hace posible lograr una alta selectividad, de más de 2,1.

Los detalles y características convenientes de la invención surgirán de los siguientes ejemplos no limitantes, ilustrados por medio de las figuras anexas:

- la figura 1 ilustra un ejemplo de la estructura de una multicapa con cuatro capas metálicas funcionales de acuerdo con la invención;
 - la figura 2 ilustra las variaciones de color en la reflexión como una función del ángulo en el sistema Lab para el ejemplo 1, observadas desde el exterior ("fuera") y desde el interior ("dentro");
 - 5 - la figura 3 ilustra las variaciones de color en la reflexión como una función del ángulo en el sistema Lab para el ejemplo 2, observadas desde el exterior ("fuera") y desde el interior ("dentro");
 - la figura 4 ilustra las variaciones de color en la reflexión como una función del ángulo en el sistema Lab para el ejemplo 3, observadas desde el exterior ("fuera") y desde el interior ("dentro");
 - 10 - la figura 5 ilustra las variaciones de color en la reflexión como una función del ángulo en el sistema Lab para el ejemplo 4, observadas desde el exterior ("fuera") y desde el interior ("dentro"); y
 - la figura 6 ilustra las variaciones de color en la reflexión como una función del ángulo en el sistema Lab para el ejemplo 24 de la Solicitud de Patente Internacional N° WO 2005/051858, observadas desde el exterior ("fuera") y desde el interior ("dentro").
- En la figura 1, las proporciones entre los diversos elementos no han sido respetadas a fin de hacerlas más fáciles de examinar. Para las figuras 2 a 6, las flechas indican las variaciones obtenidas de 0° con respecto a la normal a la superficie exterior (inicio de la curva) hasta un ángulo de 70° con respecto a la normal a la superficie exterior (fin de la curva siguiendo la dirección de la flecha).
- La figura 1 ilustra una estructura multicapa que tiene cuatro capas metálicas funcionales 40, 80, 120, 160, esta estructura es depositada sobre un sustrato de vidrio transparente 10.
- 20 Cada capa funcional 40, 80, 120, 160 está colocada entre dos recubrimientos antirreflectantes 20, 60, 100, 140, 180 de manera que la primera capa funcional 40, partiendo del sustrato, está colocada entre los recubrimientos antirreflectantes 20, 60, la segunda capa funcional 80 está colocada entre los recubrimientos antirreflectantes 60, 100, la tercera capa funcional 120 está colocada entre los recubrimientos antirreflectantes 100, 140, y la cuarta capa funcional 160 está colocada entre los recubrimientos antirreflectantes 140 y 180.
- 25 Estos recubrimientos antirreflectantes 20, 60, 100, 140, 180 comprenden, cada uno, al menos una capa dieléctrica antirreflectante 24, 28; 62, 64, 68; 102, 104, 108; 142, 144, 148; 182, 184.
- Opcionalmente, por un lado, cada capa funcional 40, 80, 120, 160 puede ser depositada en un recubrimiento de sub-bloqueo (que no se ilustra) colocado entre el recubrimiento antirreflectante subyacente a la capa funcional y la capa funcional y, por otra parte, cada capa funcional 40, 80, 120, 160 puede ser depositada directamente debajo de un recubrimiento de sub-bloqueo 55, 95, 135, 175 colocado entre la capa funcional y el recubrimiento antirreflectante suprayacente a esta capa.
- 30 Estos recubrimientos de bloqueador no son tomados en consideración en la definición óptica de los recubrimientos antirreflectantes de la multicapa.
- Se llevó a cabo una primera serie de cuatro ejemplos; esto ejemplos son numerados de 1 a 4 en lo sucesivo.
- 35 Para estos ejemplos, los recubrimientos antirreflectantes 20, 60, 100, 140, 180 únicamente están definidos por sus espesores ópticos (considerando que el índice de refracción del material antirreflectante que constituye los recubrimientos antirreflectantes es medido a 550 nm, como es habitual).
- La tabla 1 a continuación resume los espesores, en nanómetros, de cada capa o recubrimiento que forma la multicapa en función de sus posiciones con respecto al sustrato que tiene la multicapa (última línea en la parte inferior de la tabla); los subíndices de los espesores de la 1^{era} columna corresponden a las referencias de la figura 1.
- 40

Tabla 1

		Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4
e ₁₈₀	Dieléctrico 5	91	86	75	85
e ₁₆₀	Ag4	17,1	17,1	17,2	15,5
e ₁₄₀	Dieléctrico 4	181	178	176	175

ES 2 645 615 T3

		Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4
e_{120}	Ag3	15,7	15,8	13,3	17,1
e_{100}	Dieléctrico 3	168	167	141	172
e_{80}	Ag2	15,2	14,3	8,6	15,1
e_{60}	Dieléctrico 2	175	165	118	165
e_{40}	Ag1	7,7	6,7	6,2	9,5
e_{20}	Dieléctrico 1	89	45	67	80
	Vidrio				

La tabla 2 a continuación resume las relaciones de los espesores de las capas funcionales.

Tabla 2

	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4
e_{160}/e_{120}	1,09	1,08	1,30	0,91
e_{120}/e_{80}	1,03	1,10	1,55	1,13
e_{80}/e_{40}	1,98	2,13	1,39	1,60
$((e_{80}+e_{120}+e_{160})/3)/e_{40}$	2,08	2,35	2,10	1,67

5 La tabla 3 resume para estos ejemplos 1 a 4 las características ópticas principales medidas para el sustrato que tiene la multicapa integrada en el doble acristalamiento que tiene la estructura: vidrio de 6 mm/espacio intermedio llenado con argón de 15 mm/vidrio de 6 mm, la multicapa está colocada sobre la cara 2 (la cara 1 del acristalamiento es la cara más exterior del acristalamiento, tal como es habitual).

Tabla 3

		Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4
T_L	%	60,0	59,8	59,9	61,7
a^*_T		-8,4	-8,0	-7,2	-11,4
b^*_T		3,3	4,0	3,1	4,2
R_{Lext}	%	12,5	12,6	12,1	9,1
a^*_{Rext}		-1,9	-3,7	-3,0	9,4
b^*_{Rext}		-4,8	-9,2	-3,1	-12,4
$a^*_{Rext-45^\circ}$		-1,0	-1,0	-1,3	12,1
$b^*_{Rext-45^\circ}$		3,2	-2,1	-1,9	-1,5
$a^*_{Rext-60^\circ}$		-2,5	-1,5	-1,1	9,2
$b^*_{Rext-60^\circ}$		3,5	0,0	-1,8	1,2
R_{Lint}	%	14,0	14,1	16,1	11,0
a^*_{Rint}		0,4	-0,7	-1,5	9,1
b^*_{Rint}		-5,7	-5,3	-1,1	-10,3
SF	%	26,4	26,4	28,3	26,6

Para este doble acristalamiento,

- T_L indica la transmisión de luz en el visible en %, medida bajo las condiciones de observador iluminante A/10°;
 - a^*_T y b^*_T indican los colores en transmisión a^* y b^* en el sistema Lab medidos bajo las condiciones del iluminante D65/observador 10° y por lo tanto medidos sustancialmente perpendicular al acristalamiento;
 - R_{Lext} indica la reflexión de luz en el visible en %, medida bajo las condiciones de iluminante A/observador 10° desde el
5 lado de la cara más exterior, cara 1;
 - a^*_{Rext} y b^*_{Rext} indican los colores en reflexión a^* y b^* en el sistema Lab medidos bajo las condiciones del iluminante D65/observador 10° desde el lado de la cara más exterior y, por lo tanto, medidos sustancialmente perpendicular al acristalamiento;
 - $a^*_{Rext-45^\circ}$ y $b^*_{Rext-45^\circ}$ indican los colores en reflexión a^* y b^* en el sistema Lab medidos bajo las condiciones del
10 iluminante D65/observador 10° desde el lado de la cara más exterior y medidos sustancialmente con un ángulo de 45° con respecto a la perpendicular al acristalamiento;
 - $a^*_{Rext-60^\circ}$ y $b^*_{Rext-60^\circ}$ indican los colores en reflexión a^* y b^* en el sistema Lab medidos bajo las condiciones del iluminante D65/observador 10° desde el lado de la cara más exterior y medidos sustancialmente con un ángulo de 60° con respecto a la perpendicular al acristalamiento;
 - R_{Lint} indica la reflexión de luz en el visible en %, medida bajo las condiciones de iluminante A/observador 10° desde el
15 lado de la cara más interior, cara 4;
 - a^*_{Rint} y b^*_{Rint} indican los colores en reflexión a^* y b^* en el sistema Lab medidos bajo las condiciones del iluminante D65/observador 10° desde el lado de la cara más interior y, por lo tanto, medidos sustancialmente perpendicular al acristalamiento;
 - SF indica el factor solar, es decir, el porcentaje de la energía total que entra en la habitación a través del
20 acristalamiento frente a la energía solar incidente total, calculado de acuerdo con el estándar EN 410.
- Para los ejemplos 1 y 2 de acuerdo con la invención, las tres capas funcionales más alejadas del sustrato entonces tienen espesores casi idénticos: por una parte, la relación del espesor e_{160} de la cuarta capa funcional al espesor e_{120} de la tercera capa funcional y, por otra parte, la relación del espesor e_{120} de la tercera capa funcional al espesor e_{80} de la segunda capa funcional son casi idénticas; estas relaciones están comprendidas entre 0,9 y 1,2 y de manera más
25 precisa aún entre 1,0 y 1,15.
- Para estos ejemplos 1 y 2 de acuerdo con la invención, la capa funcional más cercana al sustrato tiene un espesor e_{40} de aproximadamente la mitad, o incluso menos de la mitad, del espesor e_{80} de la segunda capa funcional (véase la penúltima fila de la tabla 2); las relaciones del espesor e_{80} de la segunda capa funcional al espesor e_{40} de la primera
30 capa funcional están comprendidas entre 1,9 y 2,2.
- Para estos ejemplos 1 y 2 de acuerdo con la invención, la capa funcional más cercana al sustrato tiene un espesor e_{40} de aproximadamente la mitad, o incluso menos de la mitad, del espesor promedio de todas las otras capas funcionales (véase la última fila de la tabla 2); estas relaciones están comprendidas entre 1,9 y 2,5 y de manera más precisa todavía
entre 2,0 y 2,4.
- Para el ejemplo 3, el cual no es de acuerdo con la invención, los espesores de las capas funcionales gradualmente aumentan al alejarse del sustrato, con una relación del orden de 1,3 a 1,5 del espesor de una capa funcional al espesor
35 de la capa funcional precedente en la dirección al sustrato.
- Para el ejemplo 3, el cual no es de acuerdo con la invención, aún cuando la capa funcional más cercana al sustrato tiene un espesor e_{40} de aproximadamente la mitad del espesor promedio de todas las otras capas funcionales (véase la última fila de la tabla 2), la capa funcional más cercana al sustrato no tiene un espesor e_{40} de aproximadamente la
40 mitad del espesor e_{80} de la segunda capa funcional (véase la penúltima fila de la tabla 2).
- Para el ejemplo 4, el cual no es de acuerdo con la invención, las tres capas funcionales más alejadas del sustrato tienen espesores casi idénticos: por una parte, la relación del espesor e_{160} de la cuarta capa funcional al espesor e_{120} de la tercera capa funcional y, por otra parte, la relación del espesor e_{120} de la tercera capa funcional al espesor e_{80} de la
45 segunda capa funcional son casi idénticas; estas relaciones están comprendidas entre 0,9 y 1,2
- Para el ejemplo 4, el cual no es de acuerdo con la invención, la capa funcional más cercana al sustrato tiene un espesor e_{40} que ciertamente es más pequeño que el espesor de la segunda capa funcional (véase la penúltima fila de la tabla 2) pero la relación del espesor e_{80} de la segunda capa funcional al espesor e_{40} de la primera capa funcional es menor que 1,9.

Para el ejemplo 4, el cual no es de acuerdo con la invención, la capa funcional más cercana al sustrato tiene un espesor que es mucho mayor que la mitad del espesor promedio de todas las otras capas funcionales (véase la última fila de la tabla 2).

5 Al estudiar la tabla 3 se muestra que es posible producir una multicapa con cuatro capas metálicas funcionales que tiene una reflexión de luz que es baja y plana en todo el espectro visible, con inclinaciones muy marcadas en el UV e infrarrojo, y cuyo espectro de transmisión claramente se acerca al espectro de paso de banda de rejilla ideal, haciendo así posible obtener una selectividad muy conveniente (relación T_L/SF) del orden de 60/26; esto es lo que se obtuvo con los ejemplos 1 y 2.

10 Además, el color en la reflexión, tanto en el lado externo como en el lado interno, está contenido dentro del azul-verde y varía poco con el ángulo, como se puede observar en las figuras 2 y 3 respectivamente para los ejemplos 1 y 2.

En la figura 2, es posible encontrar, para el ejemplo 1, los valores de la tabla 3 para el color en la reflexión externa ("fuera", como línea negra continua) y en particular a 0° , es decir, a la normal, de $a^*_{Rext} = -1,9$ y $b^*_{Rext} = -4,8$; este es el inicio de la curva de línea negra continua.

15 En la figura 2, es posible encontrar, para el ejemplo 1, los valores de la tabla 3 para el color en la reflexión interna ("dentro" como línea punteada) y en particular a 0° , es decir, a la normal, de $a^*_{Rext} = -0,4$ y $b^*_{Rext} = -5,7$; esto es el inicio de la curva de línea punteada.

El ejemplo 3 tiene una peor selectividad que aquella de los ejemplos 1 y 2, de aproximadamente 60/28. Además, el color en reflexión, tanto en el lado externo como en el lado interno, varía mucho con el ángulo, como se puede observar en la figura 4.

20 El ejemplo 4 tiene una selectividad ligeramente mejor que aquella de los ejemplos 1 y 2, de aproximadamente 61/26, pero tiene un color rojizo en la reflexión que varía mucho con el ángulo, como se puede observar en la figura 5.

El ejemplo 24 de la Solicitud N° WO 2005/051858 también fue objeto de un análisis de simulación, con la misma herramienta computarizada que los ejemplos 1 a 4 anteriores. El resultado se ilustra en la figura 6.

Tanto el color en la reflexión externa como el color en la reflexión interna varían mucho con el ángulo.

25 Para el ejemplo 5 a continuación, basado en el ejemplo 2 anterior, la multicapa de películas delgadas es depositada sobre un sustrato hecho de un vidrio de cal sodada transparente que tiene un espesor de 6 mm, vendido por SAINT-GOBAIN.

Para este ejemplo, las condiciones para depositar las capas, las cuales fueron depositadas por pulverización (pulverización llamada "catódica por magnetrón"), son las siguientes:

30 Tabla 4

Capa	Objetivo empleado	Presión de deposición	Gas	Índice a 550 nm
SiAlN	Si:Al a 92:8 % en peso	$3,2 \times 10^{-3}$ mbar	Ar/(Ar+N ₂) al 55%	2,03
ZnO	Zn:Al a 98:2 % en peso	$1,8 \times 10^{-3}$ mbar	Ar/(Ar+O ₂) al 63%	1,95
Ti	Ti	$2,5 \times 10^{-3}$ mbar	Ar a 100%	
Ag	Ag	3×10^{-3} mbar	Ar a 100%	

La Tabla 5 a continuación resume los materiales y los espesores, en nanómetros, de cada capa y la composición de las capas que forman la multicapa del ejemplo 5 como una función de sus posiciones con respecto al sustrato que tiene la multicapa (última fila en la parte inferior de la tabla); los números en la 1^{era} y 2^a columnas, y también los subíndices en la última columna, corresponden a las referencias de la figura 1.

35

ES 2 645 615 T3

Tabla 5

			Ejemplo 5	Espesores ópticos (nm)
180	184	SiAlN	36,3	$e_{180} = 81,49$
	182	ZnO	4	
175		Ti	0,5	
160		Ag4	17,1	
140	148	ZnO	4	$e_{140} = 168,86$
	144	SiAlN	75,5	
	142	ZnO	4	
135		Ti	0,5	
120		Ag3	15,8	
100	108	ZnO	4	$e_{100} = 158,71$
	104	SiAlN	70,5	
	102	ZnO	4	
95		Ti	0,5	
80		Ag2	14,4	
60	68	ZnO	4	$e_{60} = 156,89$
	64	SiAlN	69,6	
	62	ZnO	4	
55		Ti	0,5	
40		Ag1	6,6	
20	28	ZnO	4	$e_{20} = 41,70$
	24	SiAlN	16,7	
10		Vidrio		

Cada recubrimiento antirreflectante 20, 60, 100, 140 subyacente a una capa funcional 40, 80, 120, 160 comprende una última capa de humedecimiento 28, 68, 108, 148 basada en óxido de zinc cristalino dopado con aluminio y que está en contacto con la capa funcional 40, 80, 120, 160 depositada justo encima.

- 5 Cada recubrimiento antirreflectante 20, 60, 100, 140, 180 comprende una capa 24, 64, 104, 144, 184 con un índice promedio, basado en el nitruro de silicio dopado con aluminio referido aquí como SiAlN para propósitos de simplificación aún cuando la naturaleza real de la capa es de hecho $\text{Si}_3\text{N}_4:\text{Al}$ como se explicó antes.

Estas capas basadas en nitruro de silicio son importantes para obtener el efecto de barrera de oxígeno durante el

tratamiento por calor.

El ejemplo 5 entonces tiene la ventaja adicional de poderse templar y curvar.

Se comprobó que este ejemplo 5 realmente tiene las características indicadas para el ejemplo 2 en la tabla 3 anterior, dentro de los errores e incertidumbres de medición, y aquellos indicados en la figura 3.

- 5 Debido al gran espesor total de las capas de plata (y por lo tanto la baja resistencia laminar obtenida) y también las buenas propiedades ópticas (en particular, la transmisión de luz en el visible) es posible, además, utilizar el sustrato recubierto con la multicapa de acuerdo con la invención para producir un sustrato de electrodo transparente.

- 10 Este sustrato de electrodo transparente puede ser conveniente para un dispositivo electroluminiscente orgánico, en particular reemplazando una porción de la capa de nitruro de silicio 184 del ejemplo 5 con una capa conductora (que tiene, en particular, una resistividad de menos de $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$) y especialmente una capa basada en óxido. Esta capa puede estar hecha, por ejemplo, de óxido de estaño o basada en óxido de zinc opcionalmente dopada con Al o Ga, o basada en un óxido mixto y especialmente en óxido de indio y estaño ITO, óxido de indio y zinc IZO, óxido de estaño y zinc SnZnO que está opcionalmente dopado (por ejemplo con Sb, F). Este dispositivo electroluminiscente orgánico puede ser utilizado para producir un dispositivo de iluminación o un dispositivo de visualización (pantalla).

- 15 Generalmente, el sustrato de electrodo transparente puede ser conveniente como un sustrato calefactable para un acristalamiento calefactable y en particular un parabrisas laminado calefactable. Este también puede ser conveniente como un sustrato de electrodo transparente para cualquier acristalamiento electrocrómico, cualquier pantalla de visualización, o incluso para una celda fotovoltaica y especialmente para una cara frontal o una cara posterior de una celda fotovoltaica transparente.

- 20 La presente invención se describió en lo anterior a manera de ejemplo. Se entiende que un experto en la técnica tiene la capacidad para llevar a cabo diversas variantes de la invención sin apartarse del alcance de la patente conforme a lo definido por las reivindicaciones.

REVINDICACIONES

- 1.- Un sustrato de vidrio transparente (10), provisto de una multicapa de películas delgadas que comprende una alternación de cuatro capas metálicas funcionales (40, 80, 120, 160), especialmente de capas funcionales basadas en plata o en una aleación de metal que contiene plata, y de cinco recubrimientos antirreflectantes (20, 60, 100, 140, 180),
5
conteniendo cada recubrimiento antirreflectante al menos una capa antirreflectante, de modo que cada capa metálica funcional (40, 80, 120, 160) esté dispuesta entre dos recubrimientos antirreflectantes (20, 60, 100, 140, 180), siendo el espesor de la segunda, tercera y cuarta capas metálicas funcionales (80, 120, 160) partiendo del sustrato sustancialmente idéntico, con una relación del espesor de una capa al espesor de la capa precedente que está comprendida entre 0,9 y 1,1 incluidos estos valores, y caracterizado porque el espesor de la primera capa metálica funcional (40) es aproximadamente la mitad del espesor de la segunda capa metálica funcional (80), con una relación del espesor de la segunda capa metálica al espesor de la primera capa metálica funcional (40) que está comprendida entre 1,9 y 2,2 incluidos estos valores.
- 2.- Sustrato (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque cada recubrimiento antirreflectante (60, 100, 140) ubicado entre dos capas metálicas funcionales tiene un espesor óptico entre 165 nm y 181 nm incluidos estos valores.
- 3.- Sustrato (10) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque el espesor de la primera capa metálica funcional (40) es aproximadamente la mitad del espesor de todas las otras capas metálicas funcionales (80, 120, 160), con una relación del promedio del espesor de la segunda, tercera y cuarta capas metálicas funcionales al espesor de la primera capa metálica funcional (40) que está comprendida entre 1,9 y 2,5 incluidos estos valores.
- 4.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el espesor e_{40} en nm de la primera capa metálica funcional (40) comenzando desde el sustrato es tal que: $5,5 \leq e_{40} \leq 11$ en nm, y preferiblemente $6 \leq e_{40} \leq 10$.
- 5.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el espesor e_{80} en nm de la segunda capa metálica funcional (80) comenzando desde el sustrato es tal que: $11 \leq e_{80} \leq 22$ en nm, y preferiblemente $12 \leq e_{80} \leq 20$.
- 6.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el espesor e_{120} en nm de la tercera capa metálica funcional (120) comenzando desde el sustrato es tal que: $11 \leq e_{120} \leq 22$ en nm, y preferiblemente $12 \leq e_{120} \leq 20$.
- 7.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el espesor e_{160} en nm de la cuarta capa metálica funcional (160) comenzando desde el sustrato es tal que: $11 \leq e_{160} \leq 22$ en nm, y preferiblemente $12 \leq e_{160} \leq 20$.
- 8.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el espesor de las cuatro capas metálicas funcionales (40, 80, 120, 160) está comprendido entre 30 y 70 nm incluidos estos valores, o incluso este espesor total está comprendido entre 35 y 65 nm.
- 9.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque cada uno de los recubrimientos antirreflectantes (20, 60, 100, 140, 180) comprende al menos una capa antirreflectante (24, 64, 104, 144, 184) basada en nitruro de silicio, opcionalmente dopado con la ayuda de al menos otro elemento, tal como aluminio.
- 10.- Sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la última capa de cada recubrimiento antirreflectante subyacente a la capa funcional (40, 80, 120, 160) es una capa de humedecimiento antirreflectante (28, 68, 108, 148) basada en óxido cristalino, especialmente basada en óxido de zinc, opcionalmente dopada con la ayuda de al menos otro elemento, tal como aluminio.
- 11.- Acristalamiento que incorpora al menos un sustrato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, opcionalmente combinado con al menos otro sustrato y especialmente múltiple acristalamiento del tipo doble acristalamiento o triple acristalamiento o acristalamiento laminado y en particular acristalamiento laminado que comprende medios para la conexión eléctrica de la multicapa de películas delgadas a fin de hacer posible la producción de un acristalamiento laminado calefactable, siendo posible que dicho sustrato que lleva la multicapa sea curvado y/o templado.
- 12.- Uso del sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, para producir un recubrimiento transparente calefactable de un acristalamiento calefactable o para producir un electrodo transparente de acristalamiento electrocrómico o de un dispositivo de iluminación o de un dispositivo de visualización o de un panel fotovoltaico.

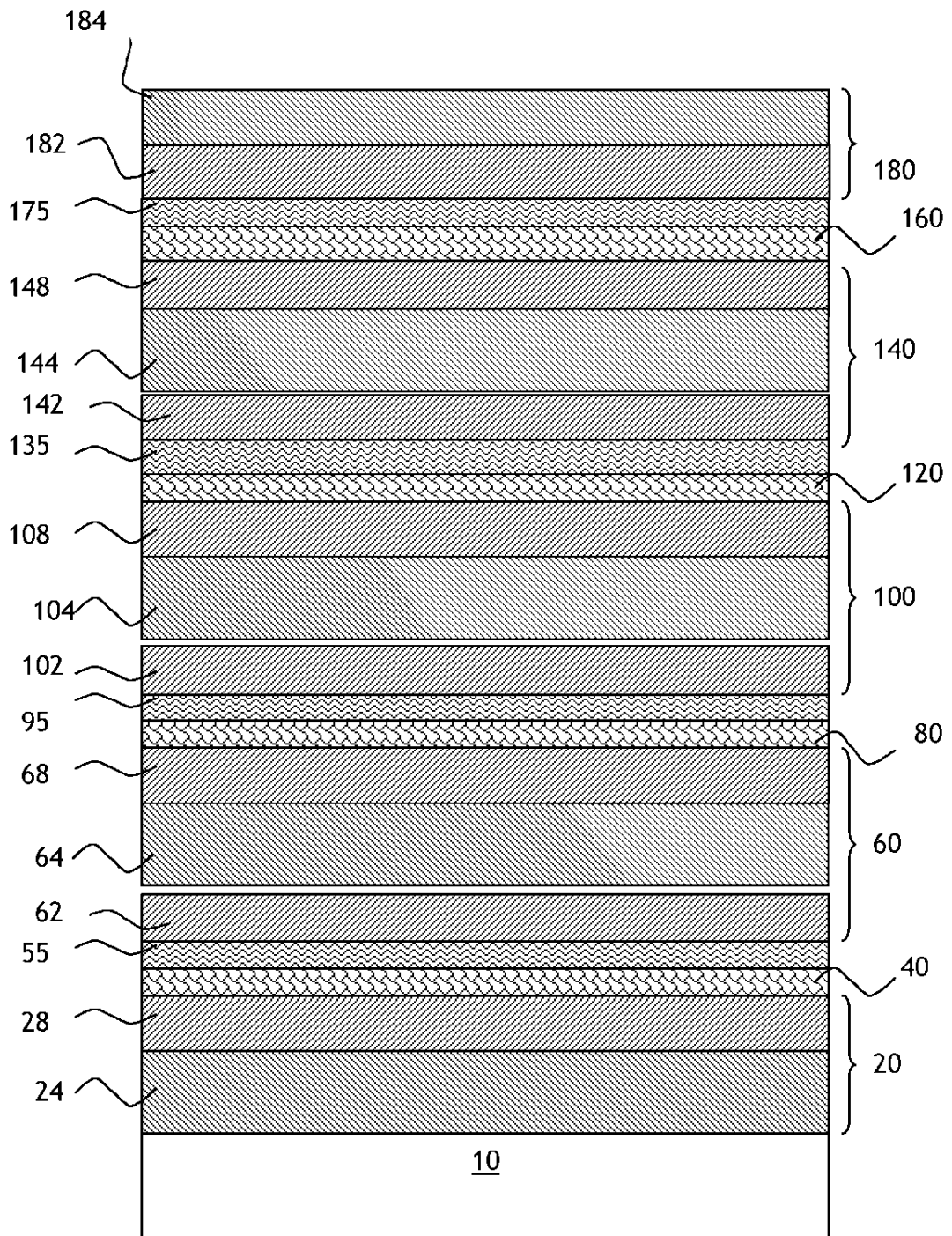


Fig. 1

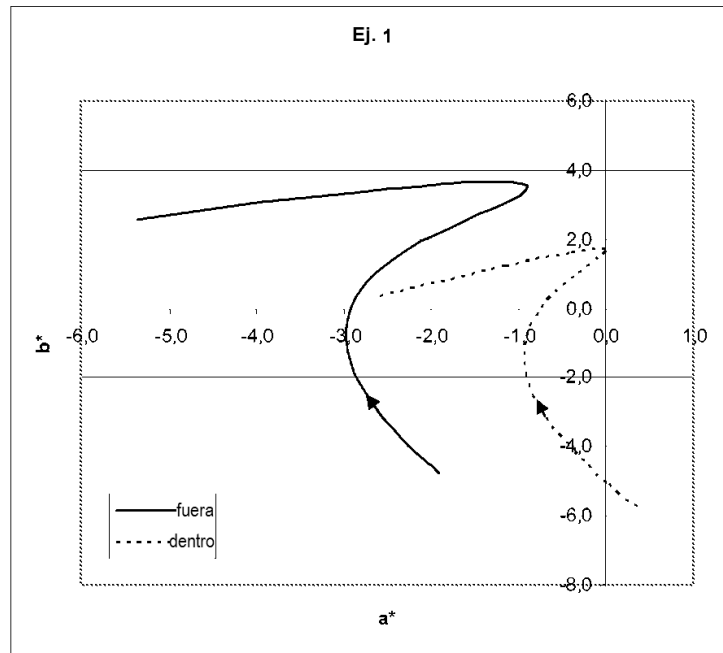


Fig. 2

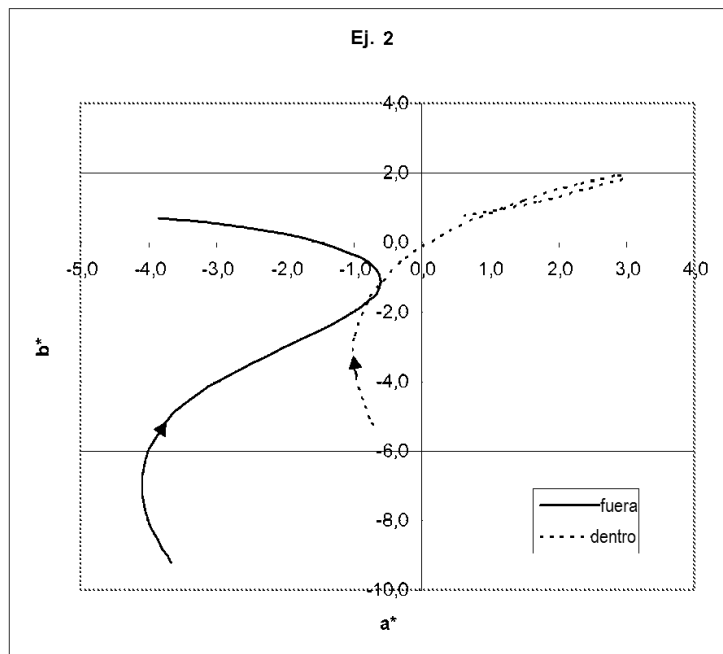


Fig. 3

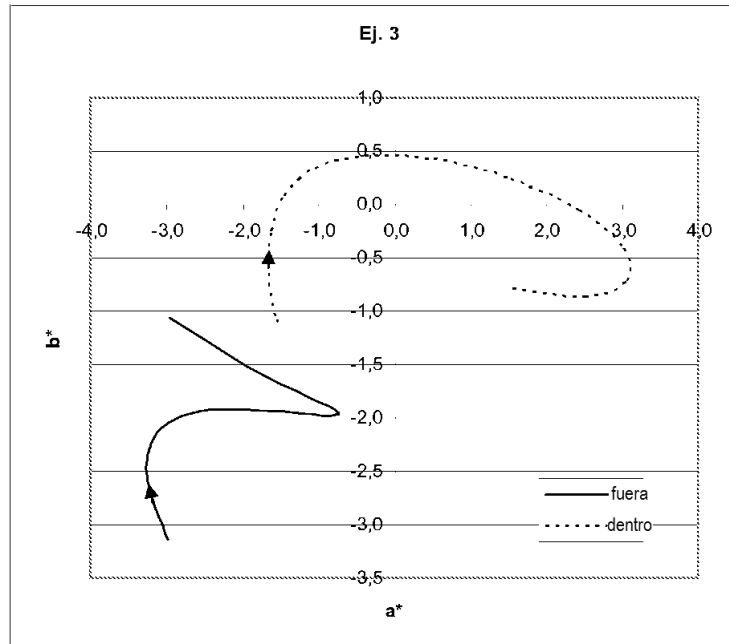


Fig. 4

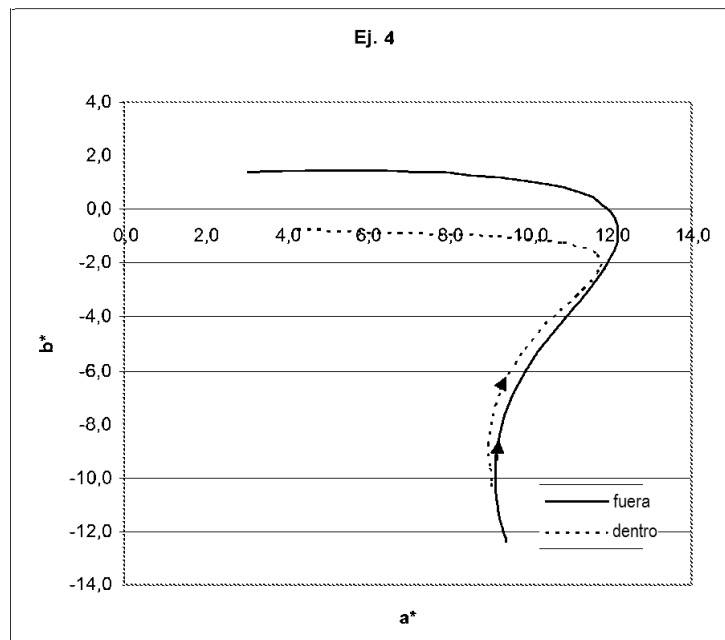


Fig. 5

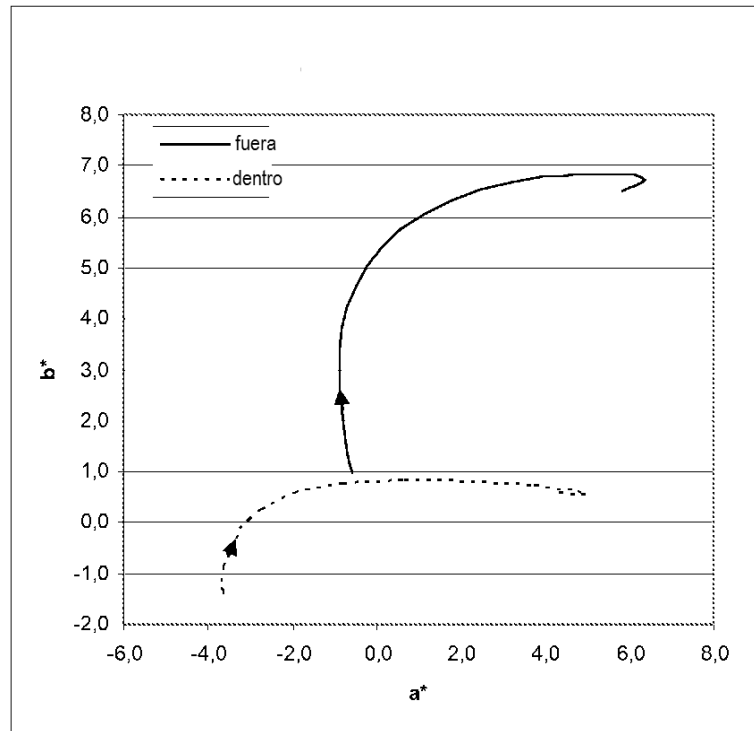


Fig. 6

(Ej. 24 - WO 2005/051858)