

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 098**

51 Int. Cl.:

C03C 17/36 (2006.01)

B32B 17/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2007 PCT/FR2007/050881**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2007 WO07101963**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2007 E 07731698 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 1993829**

54 Título: **Sustrato equipado con un apilamiento que tiene propiedades térmicas**

30 Prioridad:

06.03.2006 FR 0650770

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

18.09.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**REUTLER, PASCAL;
NADAUD, NICOLAS;
MARTIN, ESTELLE y
LABROUSSE, LAURENT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 682 098 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 equipado con un apilamiento que tiene propiedades térmicas

5 La invención se refiere a sustratos transparentes, especialmente a aquellos hechos de material mineral rígido tal como el vidrio, estando estos sustratos revestidos con un apilamiento de capas delgadas que comprende al menos dos capas funcionales de tipo metálico que pueden actuar sobre la radiación solar y/o la radiación infrarroja de longitud de onda larga.

10 La invención se refiere más particularmente al uso de tales sustratos para fabricar acristalamientos de aislamiento térmico y/o de protección solar. Estos acristalamientos pueden estar también destinados bien a equipar tanto edificios como vehículos, especialmente con vistas a reducir el esfuerzo de la climatización y/o evitar el sobrecalentamiento excesivo (acristalamientos llamados "de control solar") y/o reducir la cantidad de energía que se disipa hacia el exterior (acristalamientos llamados "de bajas emisiones") provocada por el uso más creciente que nunca de superficies acristaladas en los edificios y en los habitáculos de los vehículos.

Estos acristalamientos pueden integrarse, por otra parte, en los acristalamientos que presentan funcionalidades particulares, tales como, por ejemplo, acristalamientos calefactores o acristalamientos electrocrómicos.

15 Un tipo de apilamiento de capas múltiples conocido por conferir a los sustratos tales propiedades, está constituido por al menos dos capas metálicas funcionales que tienen propiedades de reflexión en la radiación infrarroja y/o solar, especialmente capas funcionales metálicas con base de plata o de una aleación metálica que contenga plata.

Cada capa metálica funcional se deposita en una forma cristalizada en una capa humectante igualmente cristalizada lo que favorece la orientación cristalina adecuada de la capa metálica en ella depositada.

20 Cada capa funcional se encuentra depositada entre dos revestimientos de material dieléctrico del tipo de óxido o nitruro metálico. Este apilamiento generalmente se obtiene mediante una sucesión de deposiciones efectuadas por una técnica que usa vacío, tal como pulverización catódica, eventualmente asistida por un campo magnético. También pueden proporcionarse uno, o incluso dos, revestimientos muy finos denominados "revestimiento de bloqueo", dispuestos directamente por debajo, por encima o sobre cada lado de cada capa funcional metálica con base de plata, el revestimiento subyacente como un revestimiento de unión, de nucleación y/o de protección durante un posible tratamiento térmico subsecuente a la deposición, y el revestimiento suprayacente como un revestimiento de protección o "sacrificial" con el fin de evitar la alteración de la plata si una capa que la corona se deposita por pulverización catódica en presencia de oxígeno o de nitrógeno y/o si el apilamiento se somete a un tratamiento térmico subsecuente a la deposición.

30 Así, los apilamientos de este tipo, con dos capas con base de plata, se conocen de la patente europea EP-0 638 528.

Por otra parte, se conoce de la solicitud de patente europea No. EP 803 481, el uso de una capa de humectación con base de óxido de cinc de una capa amorfa con base de óxido mixto de zinc y de estaño directamente en contacto con el sustrato.

35 Se muestra que cuando tal capa amorfa no se deposita directamente sobre el sustrato, sino que se intercala entre una capa dieléctrica subyacente y una capa humectante, permite modificar la interfaz entre la capa dieléctrica y la capa humectante localizada por arriba, y por lo tanto mejorar de manera significativa la cristalización de la capa humectante, así como la cristalización de la capa funcional metálica.

40 Sin embargo, la integración de tal capa amorfa en cada revestimiento subyacente con una capa funcional y provista de al menos una capa dieléctrica, por debajo de esta capa amorfa, en un apilamiento que tenga varias capas funcionales, no permite lograr, en todos los casos, la mejora deseada en la cristalización de las capas funcionales y por lo tanto la mejora deseada en la resistividad del apilamiento. Los documentos WO2005051858, US5993950, US2003099842 y EP0995725 describen igualmente sustratos de vidrio equipados con apilamientos de capas delgadas.

45 El objetivo de la invención es conseguir remediar los inconvenientes de la técnica anterior, poniendo a punto un nuevo tipo de apilamiento con capas funcionales del tipo de las descritas anteriormente, apilamiento que presenta una resistividad mejorada, inferior a la de un apilamiento similar, con espesores equivalentes de las capas funcionales y los revestimientos. Este apilamiento puede someterse o no a uno (o más) tratamientos por calor a alta temperatura del tipo de abombado, templado o recocido y, en el caso en el que se somete a uno o más de estos tratamientos, se conservarán su calidad óptica y su integridad mecánica.

50 La invención tiene así por objeto, en su aceptación más amplia, es un sustrato, especialmente un sustrato de vidrio transparente, según la reivindicación 1.

Así, la invención consiste en proporcionar una capa de alisado no cristalizada por debajo de la capa humectante que está cristalizada, para permitir un crecimiento adecuado de la capa funcional localizada en la parte superior de esta

capa humectante, directamente en contacto con la capa humectante o vía un revestimiento de bloqueo por debajo.

La apariencia cristalográfica de la capa de alisado es inevitablemente diferente de la de la capa humectante, ya que la capa de alisado no está cristalizada, mientras que la capa humectante está, en lo esencial, cristalizada; por lo tanto, estas no pueden ser confundidas desde este punto de vista.

- 5 Sin embargo, ha surgido que en los apilamientos con varias capas funcionales, es importante tener en cuenta el espesor de los revestimientos subyacentes para calcular el espesor de las capas de alisado que están presentes en estos revestimientos subyacentes.

10 Así, la invención consiste en proporcionar que el espesor de la capa de alisado de un revestimiento subyacente menos grueso no pueda ser mayor que el espesor de la capa de alisado de un revestimiento subyacente más grueso.

La invención aplica a revestimientos que son subyacentes a una capa funcional, sin importar la ubicación de las capas funcionales en el apilamiento; sin embargo, es preferible que en un mismo apilamiento de capas delgadas, todos los revestimientos subyacentes comprendan una capa de alisado que coincida con la definición de la invención.

- 15 Dentro del significado de la presente invención, cuando se precisa que una deposición de una capa o un revestimiento (que comprende una o más capas) se efectúa directamente por debajo o directamente sobre otro depósito, esto significa que no puede haber una interposición de otra capa entre estos dos depósitos.

Las capas de alisado son con base de óxido; por lo tanto, no son metálicas.

20 Las capas de alisado se denominan "no cristalizadas" en el sentido de que son completamente amorfas a lo largo de todo su espesor.

El interés de esta capa de alisado es que hace posible obtener una interfaz con la capa humectante directamente superyacente, que no es muy rugosa. Esta baja rugosidad puede observarse además con un microscopio de transmisión de electrones.

25 Por otra parte, la capa humectante tiene una mejor textura y presenta además una orientación cristalográfica preferencialmente es más pronunciada.

Así, cada capa de alisado está hecha de un material distinto, tanto desde un punto de vista cristalográfico como estequiométrico, del de la capa humectante por debajo de la cual está directamente dispuesta.

30 La invención no aplica solamente a apilamientos que sólo comprendan dos capas "funcionales", dispuestas entre tres revestimientos, dos de los cuales son revestimientos subyacentes. También aplica a los apilamientos que comprenden tres capas funcionales alternadas con cuatro revestimientos, tres de los cuales son revestimientos subyacentes, o cuatro capas funcionales alternadas con cinco revestimientos, cuatro de los cuales son revestimientos subyacentes.

35 Para estos apilamientos que tienen múltiples capas funcionales, preferiblemente al menos una, y preferiblemente cada, capa funcional está dispuesta directamente sobre al menos un revestimiento de bloqueo subyacente y/o directamente por debajo de al menos un revestimiento de bloqueo suprayacente.

En el caso de apilamientos que tengan dos capas funcionales, e incluso también en otros casos, el revestimiento menos grueso de dichos dos revestimientos subyacentes que comprenden una capa de alisado es, preferiblemente, el más cercano al sustrato, incluso en contacto con el sustrato, directamente, o indirectamente a través de una capa de contacto, por ejemplo con base de óxido de titanio (TiO₂).

40 En el caso de los apilamientos que tengan más de dos capas funcionales, el revestimiento subyacente más alejado del sustrato es el menos grueso de los dos revestimientos subyacentes adyacentes.

El índice de la capa de alisado es, preferiblemente, inferior a 2,2.

45 Preferiblemente, además, al menos una capa de alisado, incluso todas las capas de alisado, es o son una capa de óxido que tiene una cantidad no estequiométrica de oxígeno y aún más particularmente una capa de óxido mixto subestequiométrica con base de zinc y estaño, dopada con antimonio (SnZnO_xSb, siendo x un número).

Además, la (o cada) capa de alisado tiene preferiblemente un espesor geométrico de entre 0,1 y 30 nm y más preferiblemente comprendido entre 0,2 y 10 nm, en particular para la más delgada de las dos involucradas.

En una variante preferida, al menos un revestimiento de bloqueo se basa en Ni o en Ti o se basa en una aleación con base de Ni, y especialmente se basa en una aleación de NiCr.

50 Además, cada capa humectante subyacente a una capa funcional está basada en óxido de zinc; estas capas

humectantes pueden, en particular, estar basadas en óxido de zinc dopado con aluminio.

El espesor geométrico de cada capa humectante está comprendido preferiblemente entre 2 y 30 nm y más preferiblemente comprendido entre 3 y 20 nm.

5 Además, al menos una, y preferiblemente cada, capa dieléctrica adyacente a una capa de alisado dentro de los revestimientos subyacentes, y en particular la capa dieléctrica directamente subyacente a la capa de alisado, se basa, preferiblemente, en nitruro, especialmente en nitruro de silicio y/o nitruro de aluminio.

El índice de esta capa dieléctrica con base de nitruro es, preferiblemente, inferior a 2,2.

10 El acristalamiento de acuerdo con la invención incorpora al menos el sustrato que porta al apilamiento de acuerdo con la invención, opcionalmente asociado con al menos un otro sustrato. Cada sustrato puede ser transparente o tintado. Al menos uno de los sustratos puede estar hecho especialmente de vidrio tintado en masa. La elección del tipo de coloración dependerá del nivel de transmisión de la luz y/o de la apariencia colorimétrica que se desea para el acristalamiento una vez que se ha completado su fabricación.

15 Por lo tanto, para los acristalamientos destinados a equipar vehículos, algunos estándares dictan que el parabrisas deberían tener una transmisión de la luz T_L de aproximadamente 75%, mientras que otros estándares imponen una transmisión de la luz T_L de aproximadamente 65%; este nivel de transmisión no se requiere para los acristalamientos laterales o para el techo solar, por ejemplo. Los acristalamientos tintados que pueden usarse son, por ejemplo, aquellos que, para un espesor de 4 mm, tienen una T_L de 65% a 95%, una transmisión de energía T_E de 40% a 80%, una longitud de onda dominante en la transmisión de 470 nm a 525 nm, asociada con una pureza de transmisión de 0.4% a 6% según el iluminante D_{65} , lo que se puede "traducir" en el sistema de colorimetría (L, a^* , b^*), en valores de a^* y b^* en la transmisión comprendidos entre -9 y 0 y entre -8 y +2, respectivamente.

20

Para los acristalamientos destinados a equipar edificios, el acristalamiento preferiblemente tiene una transmisión de la luz T_L de al menos 75% o mayor en el caso de aplicaciones de "baja emisividad", y una transmisión de la luz T_L de al menos 40% o mayor para aplicaciones de "control solar".

25 El acristalamiento de acuerdo con la invención puede tener una estructura laminada, especialmente una que combine al menos dos sustratos rígidos del tipo de vidrio con al menos una hoja de polímero termoplástico, de manera que presente una estructura del tipo vidrio/apilamiento de capas delgadas/hoja(s)/vidrio. El polímero puede basarse especialmente en polivinilbutiral PVB, etileno vinil acetato EVA, polietileno tereftalato PET, policloruro de polivinilo PVC.

30 El acristalamiento también puede tener lo que se llama una estructura de acristalamiento laminado denominada asimétrica, que combina un sustrato rígido del tipo de vidrio con al menos una hoja de polímero del tipo de poliuretano que tenga propiedades de absorción de la energía, opcionalmente combinada con otra capa de polímeros que tengan propiedades de "autocuración". Para mayores detalles acerca de este tipo de acristalamiento, el lector puede referirse especialmente a las patentes EP-0 132 198, EP-0 131 523, EP-0 389 354.

35 El acristalamiento puede tener por lo tanto una estructura del tipo de vidrio/apilamiento de capas delgadas/hoja(s) de polímero.

Los acristalamientos de acuerdo con la invención son aptos para someterse a un tratamiento térmico sin dañar el apilamiento de capas delgadas. Por lo tanto, los acristalamientos se abomban y/o templan eventualmente.

40 El acristalamiento puede ser abombado y/o templado cuando consiste en un único sustrato, que se proporciona con el apilamiento. Entonces se trata de un acristalamiento denominado "monolítico". En el caso en el que estén abombados, especialmente con el propósito de hacer acristalamientos para vehículos, el apilamiento de capas delgadas está preferiblemente sobre una cara al menos parcialmente no plana.

45 El acristalamiento también puede ser un acristalamiento múltiple, especialmente un acristalamiento doble, pudiendo estar al menos el sustrato portador del apilamiento abombado y/o templado. En una configuración de acristalamiento múltiple es preferible que el apilamiento esté dispuesto de manera que encare la lámina de gas de separación. En una estructura laminada, el sustrato que porta al apilamiento está preferiblemente en contacto con la hoja de polímero.

Cuando el acristalamiento es monolítico o múltiple del tipo de acristalamiento doble o acristalamiento laminado, al menos el sustrato que porta al apilamiento puede estar hecho de vidrio abombado o templado, siendo posible que este sustrato se curve o endurezca antes o después de que el apilamiento haya sido depositado.

50 En una variante, el acristalamiento se proporciona con medios que permiten que el apilamiento se suministre con energía eléctrica.

La invención también se refiere a un procedimiento para fabricar sustratos de acuerdo con la invención, que consiste en depositar el apilamiento de capas delgadas sobre su sustrato mediante una técnica al vacío del tipo de pulverización catódica, opcionalmente asistida con un campo magnético, y después efectuar un tratamiento térmico

de abombado/templado o recocción sobre el sustrato revestido, sin degradar su calidad óptica y/o mecánica.

Sin embargo, no se excluye que la primera o las primeras capas del apilamiento sean capaces de ser depositadas mediante otra técnica, por ejemplo, mediante una técnica de descomposición térmica del tipo de pirólisis.

5 Los detalles y las características ventajosas de la invención serán evidentes a partir de los siguientes ejemplos no limitantes, que se ilustran mediante las figuras adjuntas:

- la Figura 1 ilustra el cambio, antes del tratamiento térmico, en la resistencia por cuadrado de un apilamiento que tiene una única capa funcional provista de un revestimiento que tiene una única capa de bloqueo por encima, con y sin una capa de alisado, como una función del espesor de la capa dieléctrica colocada por debajo;

10 - la Figura 2 ilustra el cambio, después del tratamiento térmico, en la resistencia por cuadrado del mismo apilamiento que tiene una única capa funcional como en la Figura 1, con y sin capa de alisado, como una función del espesor de la capa dieléctrica colocada por debajo;

- la Figura 3 ilustra el cambio, antes del tratamiento térmico, en la resistencia por cuadrado de un apilamiento que tiene una única capa funcional provista de un revestimiento que tiene una única capa de bloqueo por encima como una función del espesor de la capa de alisado;

15 - la Figura 4 ilustra el cambio, después del tratamiento térmico, en la resistencia por cuadrado del apilamiento que tiene una única capa funcional como en la Figura 3, como una función del espesor de la capa de alisado;

- la Figura 5 ilustra un apilamiento que tiene dos capas funcionales de acuerdo con la invención, estando cada capa funcional provista con un revestimiento de bloqueo por encima pero no con un revestimiento de bloqueo por debajo;

20 - la Figura 6 ilustra un apilamiento que tiene dos capas funcionales de acuerdo con la invención, estando cada capa funcional provista con un revestimiento de bloqueo por debajo pero no con un revestimiento de bloqueo por encima;

- la Figura 7 ilustra un apilamiento que tiene dos capas funcionales de acuerdo con la invención, estando cada capa funcional provista con un revestimiento de bloqueo por debajo y un revestimiento de bloqueo por encima;

- la Figura 8 ilustra un apilamiento que tiene tres capas funcionales de acuerdo con la invención, estando cada capa funcional provista con un revestimiento de bloqueo por debajo, pero sin un revestimiento de bloqueo por encima; y

25 - la Figura 9 ilustra un apilamiento que tiene cuatro capas funcionales de acuerdo con la invención, estando cada capa funcional provista con un revestimiento de bloqueo por debajo, pero sin revestimiento de bloqueo por encima.

En las Figuras que ilustran los apilamientos de capas, las proporciones entre los espesores de los diversos materiales no han sido dibujados estrictamente a escala, para hacerlos más fáciles de entender.

30 Además, en todos los ejemplos siguientes el apilamiento de capas delgadas se deposita sobre un sustrato 10 hecho de vidrio de sosa-cálcica que tiene un espesor de 2 mm, a menos que se mencione explícitamente de otra forma.

En todos los casos en los que se aplicó un tratamiento térmico al sustrato, este fue un tratamiento de templado durante alrededor de 5 minutos a una temperatura de alrededor de 660°C, seguido por enfriamiento al aire ambiental (alrededor de 20°C).

El objetivo de las Figuras 1 a 4 es ilustrar la importancia de la presencia de una capa de alisado en un apilamiento.

35 Sin embargo, el apilamiento que se ha usado para producir estas figuras no es un apilamiento de acuerdo con la invención, porque se trata de un apilamiento que tiene una única capa funcional, del tipo:

Sustrato /Si₃N₄/SnZnO_x:Sb/ZnO/ Ag / Ti / ZnO /Si₃N₄

Variable/Variable/8 nm/10 nm/2 nm/8 nm/20 nm

40 En las Figuras 1 y 2, las curvas C1 y C11 ilustran el cambio en la resistencia por cuadrado (en ohms) del apilamiento como una función del espesor de la capa dieléctrica con base de nitruro de silicio (e Si₃N₄) en contacto con el sustrato, antes (ATC) y después (DTC) del tratamiento térmico, respectivamente, cuando el apilamiento no está provisto de una capa de alisado.

45 Las curvas C2 y C12 ilustran el cambio en la resistencia por cuadrado (en ohms) del apilamiento como una función del espesor de la capa dieléctrica con base de nitruro de silicio (e Si₃N₄) en contacto con el sustrato, antes y después del tratamiento térmico, respectivamente, cuando el apilamiento está provisto de una capa de alisado hecha de SnZnO_x:Sb que tiene un espesor de 6 nm (x denota un número distinto de cero).

Las curvas C3 y C13 ilustran el cambio en la resistencia por cuadrado (en ohms) del apilamiento como una función del espesor de la capa dieléctrica con base de nitruro de silicio (e Si₃N₄) en contacto con el sustrato, antes y después del tratamiento térmico, respectivamente, cuando el apilamiento está provisto de una capa de alisado con

base de SnZnO_x:Sb que tiene un espesor de 20 nm.

5 Como puede verse en estas figuras 1 y 2, para un mismo espesor de la capa dieléctrica en contacto con el sustrato (por ejemplo, 20 nm), la resistencia por cuadrado del apilamiento siempre es inferior -por lo tanto, mejor- para las curvas C2, C3, C12 y C13 cuando el apilamiento comprende una capa de alisado con base de SnZnO_x:Sb entre la capa dieléctrica con base de nitruro de silicio en contacto con el sustrato y la capa humectante con base de óxido de zinc, ZnO, subyacente a la capa funcional con base de plata, Ag; además, la resistencia por cuadrado del apilamiento es siempre inferior para una capa de alisado con espesor de 20 nm (curvas (C3 y C13).

Se verificó que la capa de alisado hecha de óxido mixto es amorfa a lo largo de todo su espesor, mientras que la capa humectante y la capa funcional metálica son ambas cristalinas, a lo largo de todo su espesor.

10 En consecuencia, la presencia de una capa de alisado mejora significativamente la resistencia por cuadrado del apilamiento para un espesor comparable de la capa dieléctrica subyacente, y esta mejora es aún mayor cuando el espesor de la capa de alisado es grande.

15 En las figuras 3 y 4, las curvas ilustran el cambio en la resistencia por cuadrado (en ohms) del apilamiento como una función del espesor de la capa de alisado con base de zinc y óxido de estaño dopado con antimonio (e SnZnO_x:Sb), antes (ATC) y después (DTC) del tratamiento térmico, respectivamente, cuando el apilamiento está provisto de una capa de 20 nm con base de nitruro de silicio, Si₃N₄, entre el sustrato y la capa con base de SnZnO_x:Sb.

También se verificó que la capa de alisado hecha de óxido mixto es amorfa a lo largo de todo su espesor, mientras que la capa humectante y la capa funcional metálica son ambas cristalinas, a lo largo de todo su espesor.

20 Como puede verse en estas figuras 3 y 4 también, la presencia de una capa de alisado mejora de manera significativa la resistencia por cuadrado del apilamiento para una capa de alisado con un espesor comprendido entre > 0 y 4 nm, y esta mejora es aún mayor cuando el espesor de la capa de alisado es grande.

Pueden hacerse constataciones similares con un apilamiento que tenga una única capa funcional provista de un revestimiento de bloqueo por debajo y sin un revestimiento de bloqueo por encima o provista de un revestimiento de bloqueo por debajo y un revestimiento de bloqueo por encima.

25 Además, se condujeron pruebas para medir la rugosidad de las capas.

La tabla 1 siguiente ilustra las rugosidades medidas por reflectometría de rayos X y expresadas en nm (siendo la rugosidad del sustrato de alrededor de 0,4):

Capa(s)	Espesor (nm)	Rugosidad σ (nm)
Si ₃ N ₄	28,5	1,1
Vidrio	Sustrato	
SnO ₂	29,5	0,8
Vidrio	Sustrato	
SnZnO _x :Sb	32,0	0,7
Vidrio	Sustrato	
SnZnO _x :Sb	11,2	0,8
Si ₃ N ₄	19,7	0,5
Vidrio	Sustrato	
SnO ₂	10,4	0,8
Si ₃ N ₄	19,3	0,5
Vidrio	Sustrato	

Tabla 1

30 Como puede verse en esta tabla, la rugosidad de la capa con base de nitruro de silicio, Si₃N₄, depositada en si misma sobre el vidrio, es alta, pero la rugosidad final de un apilamiento que comprende una capa de un óxido mixto basado en óxido de estaño y de indio, SnInO_x (ITO) o una capa basada en un óxido mixto de zinc y estaño, SnZnO_x:Sb, depositada sobre la capa con base de un nitruro de silicio, es menor. La capa humectante basada en un óxido mixto hace posible por lo tanto mejorar la rugosidad de la interfaz con la capa humectante, reduciendo esta

rugosidad.

Partiendo de estas constataciones, es entonces posible depositar, sobre un sustrato 10, un apilamiento de capas delgadas que comprende una alternancia de "n" capas funcionales 40, 80, 120, 160 que tienen propiedades de reflexión en la radiación infrarroja y/o solar, especialmente capas funcionales metálicas con base de plata o de una aleación metálica que contenga plata, y "(n + 1)" revestimientos 20, 60, 100, 140, 180, siendo n un número entero mayor de o igual a 2, estando estos revestimientos compuestos por una pluralidad de capas dieléctricas 24, 26; 62, 64, 66; 102,104, 106, 142, 144, 146, 182, 184, de modo que cada capa funcional 40, 80, 120, 160 esté colocada entre dos revestimientos 20, 60, 100, 140, 180, estando depositadas al menos dos capas funcionales, y preferiblemente cada capa funcional, sobre una capa humectante 30, 70, 110, 150, esta misma depositada directamente sobre un revestimiento subyacente 20, 60, 100, 140, respectivamente.

Por lo tanto, sobre la base de las anteriores pruebas de capa funcional única, se realizaron varias pruebas de capa funcional doble, pero no todas fueron satisfactorias.

Se realizaron dos ejemplos, numerados como 1 y 2, sobre la base de la estructura del apilamiento que tiene dos capas funcionales que se ilustra en la figura 5, en donde cada capa funcional 40, 80 está provista de un revestimiento de bloqueo por encima 45, 85, pero sin revestimiento de bloqueo por debajo.

La tabla 2 siguiente ilustra los espesores en nanómetros de cada una de las capas:

Capa	Material	Ej. 1	Ej. 2
104	Si ₃ N ₄	20	20
102	ZnO	8	8
85	Ti	2	2
80	Ag ₂	10	10
70	ZnO	8	8
66	SnZnO _x :Sb	20	6
64	Si ₃ N ₄	40	52
62	ZnO	8	8
45	Ti	2	2
40	Ag ₁	10	10
30	ZnO	8	8
26	SnZnO _x :Sb	6	20
24	Si ₃ N ₄	20	6

Tabla 2

Por lo tanto, en el ejemplo 1 de acuerdo con la invención, el espesor de la capa de alisado 26 con base de óxido de zinc y de estaño dopado con antimonio, SnZnO_x:Sb, del revestimiento subyacente 20 menos grueso, es menor que el espesor de la capa de alisado 66 con base de óxido de zinc y estaño dopado con antimonio, SnZnO_x:Sb, del revestimiento subyacente más grueso 60, mientras que en el contraejemplo 2, el espesor de la capa de alisado 26 del revestimiento subyacente menos grueso 20 es mayor que el espesor de la capa de alisado 66 del revestimiento subyacente más grueso 60.

Las resistividades obtenidas se presentan en la tabla 3 siguiente:

		Ej. 1	Ej. 2
Antes del tratamiento térmico	R = Ag ₂	4,80	5,4
	R = Ag ₁	4,75	4,5
	R = total	2,39	2,45
Después del tratamiento térmico	R = Ag ₂	3,73	4,35
	R = Ag ₁	3,65	3,45
	R = total	1,84	1,92

Tabla 3

Por lo tanto, la resistividad del ejemplo 1 de acuerdo con la invención es mejor que la del ejemplo 2, tanto antes del tratamiento térmico como después del tratamiento térmico.

5 En el caso del ejemplo 2, la integración de la capa de alisado en un apilamiento que tiene varias capas funcionales, hace imposible lograr la mejora deseada, que se obtuvo en el caso del ejemplo 1, en la cristalización de las capas funcionales, aún cuando (y esto ha sido verificado) la capa de alisado es amorfa y la capa humectante es cristalina.

Otra serie de ejemplos, numerados con 3, se produjo sobre la base de la estructura del apilamiento que tiene dos capas funcionales, ilustrada en la figura 6, en la cual cada capa funcional 40, 80 está provista de un revestimiento de bloqueo por debajo 35, 75, sin embargo, sin la capa de protección mecánica 200 que se ve en la figura 6.

La tabla 4 siguiente ilustra los espesores en nanómetros de cada una de las capas:

Capa	Material	Ej. 3
104	Si ₃ N ₄	27
102	ZnO	8
80	Ag ₂	10
75	Ti	2
70	ZnO	10
66	SnZnO _x :Sb	Y
64	Si ₃ N ₄	65-Y
62	ZnO	8
40	Ag ₁	10
35	Ti	2
30	ZnO	7
26	SnZnO _x :Sb	X
24	Si ₃ N ₄	23-X

Tabla 4

Sobre esta base se realizaron seis ejemplos, numerados de 3a a 3f.

La tabla 5 siguiente ilustra los valores de X e Y en nanómetros, de cada ejemplo:

Ej.	tipo	X	Y
3a	X < Y	2	6
3b	X > Y	6	2
3c	X < Y	2	10
3d	X > Y	10	2
3e	X < Y	2	4
3f	X > Y	4	2

Tabla 5

15 Por lo tanto, en los ejemplos 3a, 3c y 3e de acuerdo con la invención, el espesor de la capa de alisado 26 del revestimiento subyacente menos grueso 20, es menor que el espesor de la capa de alisado 66 del revestimiento subyacente más grueso 60, mientras que en los contraejemplos 3b, 3d y 3f, el espesor de la capa de alisado 26 del revestimiento subyacente menos grueso 20 es mayor que el espesor de la capa de alisado 66 del revestimiento subyacente más grueso 60.

20 Las características de resistividad, ópticas y de energéticas de estos ejemplos se dan en la tabla 6 siguiente (las características ópticas y energéticas se midieron después del templado y de la inserción en un acristalamiento laminado que tenía la estructura: exterior/sustrato de vidrio de 2,1 mm/PVB de 0,25 mm/sustrato de vidrio de 2,1 mm

portador del apilamiento; por lo tanto el apilamiento de capa se encuentra en la superficie 3, numerado con relación al sentido de la luz del sol incidente):

Ej.	R= (ohms)	T _E	T _L (A)	a*(D65)	b+(D65)	R _E	R _L (D65)
3a	2,7	45,02	77,25	-2,36	-5,75	33,40	11,29
3b	2,9	44,58	75,30	-4,88	-4,64	32,70	13,08
3c	2,6	45,46	78,31	-1,98	-4,78	33,36	10,96
3d	2,8	45,21	77,33	-2,81	-4,38	33,08	11,79
3e	2,8	44,96	77,49	-3,02	-4,51	33,43	11,42
3f	2,9	45,12	77,81	-1,79	-4,72	33,64	11,19

Tabla 6

- 5 Por lo tanto, la resistividad del apilamiento (medida aquí después del tratamiento térmico) de los ejemplos 3a, 3c, 3e de acuerdo con la invención, es siempre inferior a los correspondientes contraejemplos 3b, 3d, 3f, respectivamente.
- Además, la transmisión energética T_E, la transmisión de la luz T_L medida según el iluminante A, la reflexión energética R_E, la reflexión de la luz R_L (D₆₅) medida según el iluminante D₆₅ y los colores en la reflexión a* y b* en el sistema LAB medidos según el iluminante D₆₅ del lado de las capas, no varían de manera muy significativa entre los ejemplos de acuerdo con la invención y los correspondientes contraejemplos 3b, 3d, 3f.
- 10 Comparando las características ópticas y energéticas medidas aquí antes del tratamiento térmico, con estas mismas características después del tratamiento térmico, no se observó ninguna degradación.
- Se realizaron otras pruebas basadas en la estructura del apilamiento que tiene dos capas funcionales que se ilustra en la figura 7, en la cual cada capa funcional 40, 80 está provista de un revestimiento de bloqueo por debajo 35, 37 y de un revestimiento de bloqueo por encima 45, 85. Estas pruebas condujeron a observaciones similares.
- 15 Para las estructuras que tienen dos capas funcionales, se observó que era preferible que la capa de alisado del revestimiento subyacente menos grueso fuera la más cercana al sustrato y en consecuencia la capa de alisado del revestimiento subyacente más grueso fuera la más alejada del sustrato.
- Además, es posible aplicar la invención a un apilamiento que tenga tres capas funcionales, tal como por ejemplo el apilamiento que se ilustra en la figura 8.
- 20 En la configuración ilustrada, cada capa funcional 40, 80, 120 está provista de un revestimiento de bloqueo por debajo 35, 75, 115; sin embargo, también es posible proporcionar, además de o sin este revestimiento de bloqueo por debajo 35, 75, 115, un revestimiento de bloqueo por encima.
- Además, en la configuración ilustrada, cada revestimiento subyacente 20, 60, 100 comprende una capa de alisado 26, 66, 106 de acuerdo con la invención.
- 25 Para las estructuras que tienen tres capas funcionales, se observó que era preferible que la capa de alisado del revestimiento subyacente menos grueso fuera la más cercana al sustrato, y que la capa de alisado del revestimiento subyacente más grueso fuera la capa de alisado central 66, y que la capa más alejada del sustrato 106, fuera más gruesa que la capa de alisado 26 más cercana al sustrato, y menos gruesa que la capa de alisado central 66.
- 30 En esta estructura, es posible proporcionar sólo dos capas de alisado, es decir, proporcionar sólo dos revestimientos subyacentes correspondientes a la invención. En este caso, el revestimiento menos grueso de estos dos revestimientos subyacentes es el más alejado del sustrato.
- Adicionalmente, es posible aplicar la invención a un apilamiento que tenga cuatro capas funcionales, tal como por ejemplo el apilamiento que se ilustra en la figura 9.
- 35 En la configuración ilustrada, cada capa funcional 40, 80, 120, 160 está provista de un revestimiento de bloqueo por debajo 35, 75, 115, 155; sin embargo, también es posible proporcionar, además de o sin este revestimiento de bloqueo por debajo 35, 75, 115, 155, un revestimiento de bloqueo por encima.
- Además, en la configuración ilustrada, cada revestimiento subyacente 20, 60, 100, 140 comprende una capa de alisado 26, 66, 106, 146 de acuerdo con la invención.
- 40 Este apilamiento puede obtenerse, por ejemplo, pasando dos veces el sustrato 10 en un dispositivo para depositar un apilamiento que tenga dos capas funcionales, como se sabe a partir de la solicitud de patente internacional N° WO2005/051858, para depositar:

- durante una primera pasada, las capas 24 a 102, luego
- durante una segunda pasada, las capas 104 a 182, luego
- en un dispositivo para terminado de la depositación, las capas 184 y 200.

5 En esta estructura, es posible proporcionar solamente dos capas de alisado, es decir, proporcionar sólo dos revestimientos subyacentes correspondientes a la invención. En este caso, el revestimiento más delgado de los dos revestimientos subyacentes es el más alejado del sustrato.

La presente invención se ha descrito en lo que precede a título de ejemplo. Se entenderá que una persona experimentada en la técnica es capaz de producir varias formas alternativas de la invención sin apartarse con ello del alcance de la patente como se define en las reivindicaciones.

10

REIVINDICACIONES

1. Sustrato (10) de vidrio transparente equipado con un apilamiento de capas delgadas, depositado sobre el sustrato, que comprende una alternancia de "n" capas funcionales (40, 80) que tienen propiedades de reflexión en la radiación infrarroja y/o solar, especialmente capas funcionales metálicas con base de plata o de aleación metálica que contiene plata, y "(n + 1)" revestimientos (20, 60, 100), en donde n es un número entero ≥ 2 , estando dichos revestimientos compuestos de una pluralidad de capas dieléctricas (24, 26; 64, 66; 104), de modo que cada capa funcional (40, 80) está colocada entre dos revestimientos (20, 60, 100), estando depositadas al menos dos capas funcionales (40, 80) cada una sobre una capa humectante (30, 70), depositada esta misma respectivamente de manera directa sobre un revestimiento subyacente (20, 60), caracterizado porque se proporciona una capa de alisado (26, 66) no cristalizada por debajo de dicha capa humectante (30, 70) estando esta cristalizada para permitir un crecimiento adecuado de la capa funcional (40, 80) situada por encima de esta capa humectante (30, 70), directamente en contacto con la capa humectante o mediante un revestimiento de bloqueo subyacente, en donde dos revestimientos subyacentes (20, 60) comprenden cada uno al menos una capa dieléctrica (24, 64) y al menos una tal capa de alisado (26, 66) no cristalizada hecha de un material que es diferente del material de la tal capa dieléctrica dentro de cada revestimiento, estando la tal capa de alisado (26, 66) en contacto con la tal capa humectante (30, 70) suprayacente, cada capa humectante (30, 70) subyacente con una capa funcional (40, 80) hecha con base de óxido de cinc, en donde estos dos revestimientos subyacentes (20, 60) tienen diferentes espesores, el espesor de la capa de alisado (26, 66) del revestimiento subyacente (20, 60) que presenta un espesor total inferior al del otro revestimiento subyacente (60, 20) es inferior o igual al espesor de la capa de alisado (66, 26) de este otro revestimiento subyacente (60, 20) y en donde todas las capas de alisado (26, 66) son completamente amorfas a lo largo de todo su espesor y son una capa de un óxido mixto basado en cinc y estaño.
2. Sustrato (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el apilamiento comprende dos capas funcionales alternadas con tres revestimientos.
3. Sustrato (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el apilamiento comprende tres capas funcionales alternadas con cuatro revestimientos
4. Sustrato (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el apilamiento comprende cuatro capas funcionales alternadas con cinco revestimientos.
5. Sustrato (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el revestimiento subyacente más cercano al sustrato es el revestimiento más delgado de dichos dos revestimientos subyacentes (20, 60).
6. Sustrato (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque el revestimiento subyacente más alejado del sustrato es el revestimiento más delgado de dos revestimientos subyacentes adyacentes.
7. Sustrato (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos una capa de alisado (26, 66), incluso todas las capas de alisado (26, 66), es (o son) una capa de óxido no estequiométrico en oxígeno.
8. Sustrato (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la o cada capa de alisado (26, 66) tiene un espesor geométrico de entre 0.1 y 30 nm y, preferiblemente, comprendido entre 0,2 y 10 nm.
9. Sustrato (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos una, y preferiblemente cada, capa funcional (40, 80) está dispuesta directamente sobre al menos un revestimiento de bloqueo (35, 75) subyacente y/o directamente por debajo de al menos un revestimiento de bloqueo (45, 85) suprayacente.
10. Sustrato (10) de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque al menos un revestimiento de bloqueo (35, 45, 75, 85) está basado en Ni o en Ti, o está basado en una aleación con base de Ni, especialmente con base de una aleación de NiCr.
11. Sustrato (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos una, y preferiblemente cada, capa dieléctrica (24, 64) adyacente a una capa de alisado (26, 66) dentro de dichos revestimientos subyacentes (20, 60) está basada en nitruro, especialmente en nitruro de silicio y/o nitruro de aluminio.
12. Acristalamiento que incorpora al menos un sustrato (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, opcionalmente combinado con al menos otro sustrato.
13. Acristalamiento de acuerdo con la reivindicación anterior, montado en forma monolítica o como un acristalamiento múltiple de tipo acristalamiento doble o acristalamiento laminado, caracterizado porque al menos el sustrato que porta al apilamiento está abombado o templado.

14. Acristalamiento de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, caracterizado porque está provisto de medios que permiten alimentar dicho apilamiento con energía eléctrica.

5 15. Procedimiento para fabricar el sustrato (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque se deposita el apilamiento de capas delgadas sobre el sustrato mediante una técnica al vacío del tipo de pulverización catódica, opcionalmente asistida con campo magnético, y después porque se efectúa un tratamiento térmico del tipo abombado, templado o recocción sobre dicho sustrato, sin degradar su calidad óptica y/o mecánica.

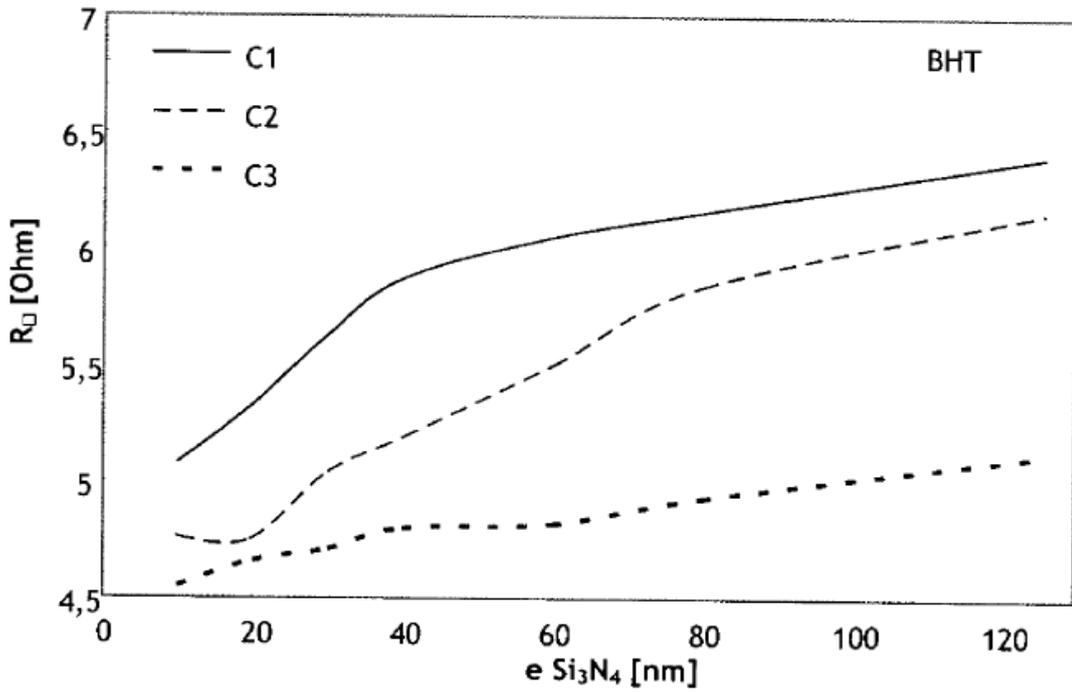


Fig. 1

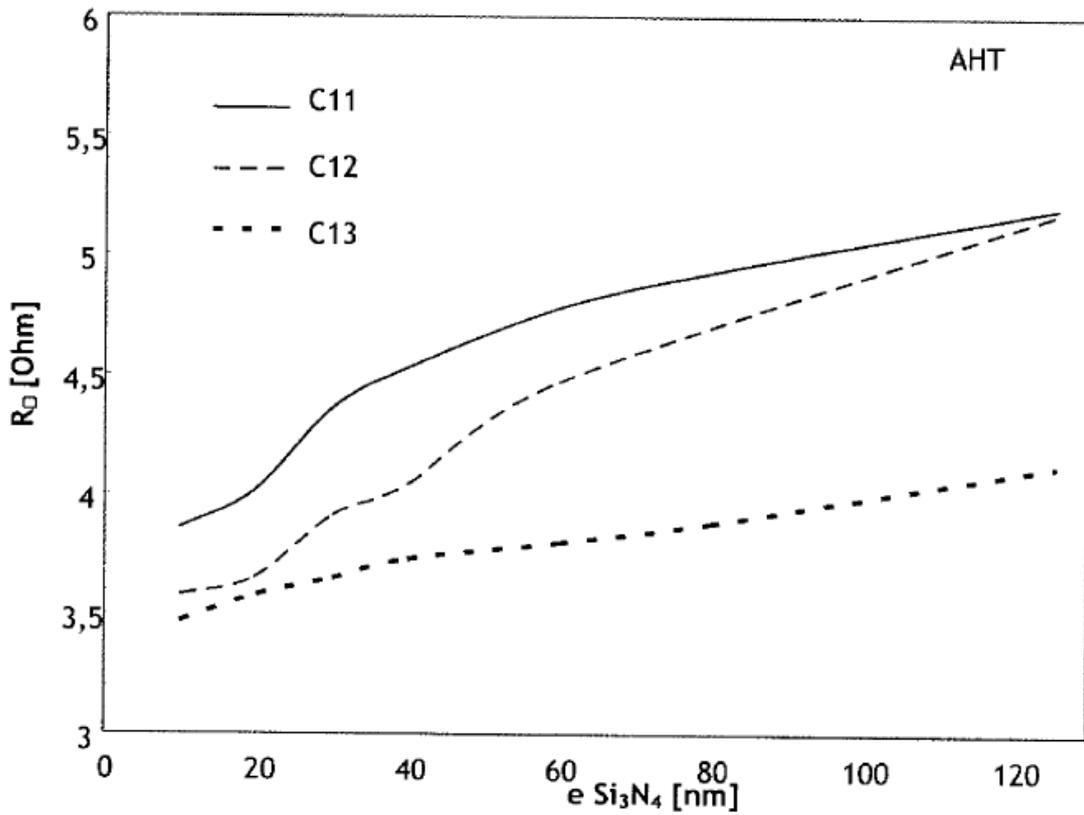


Fig. 2

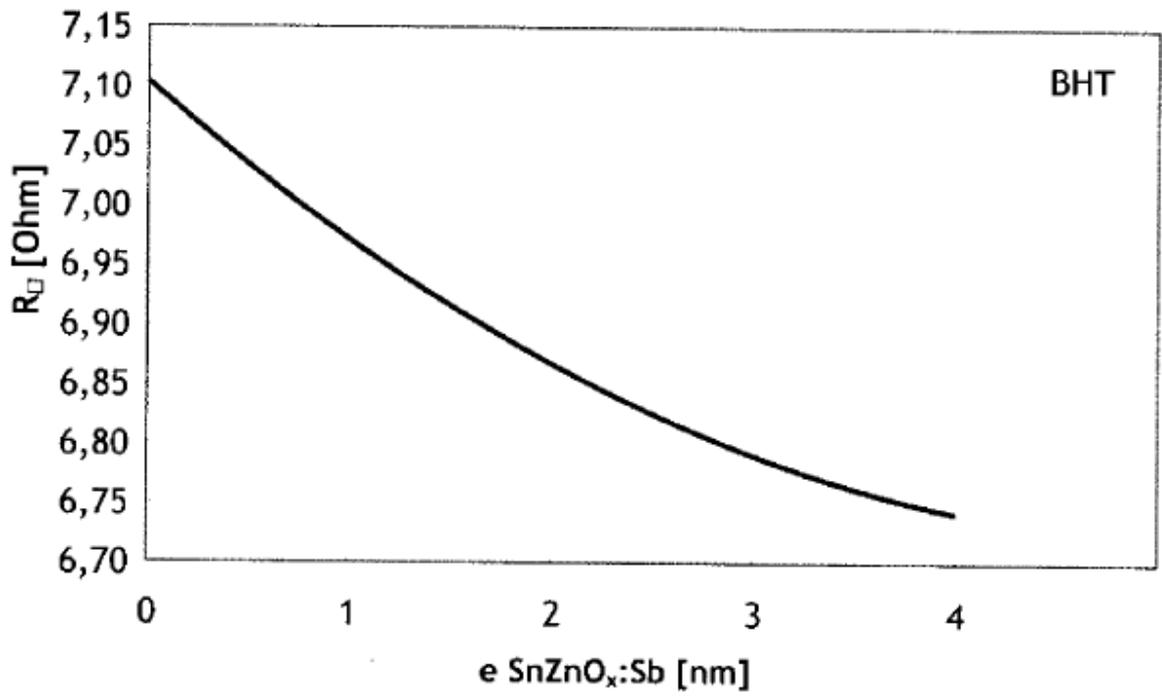


Fig. 3

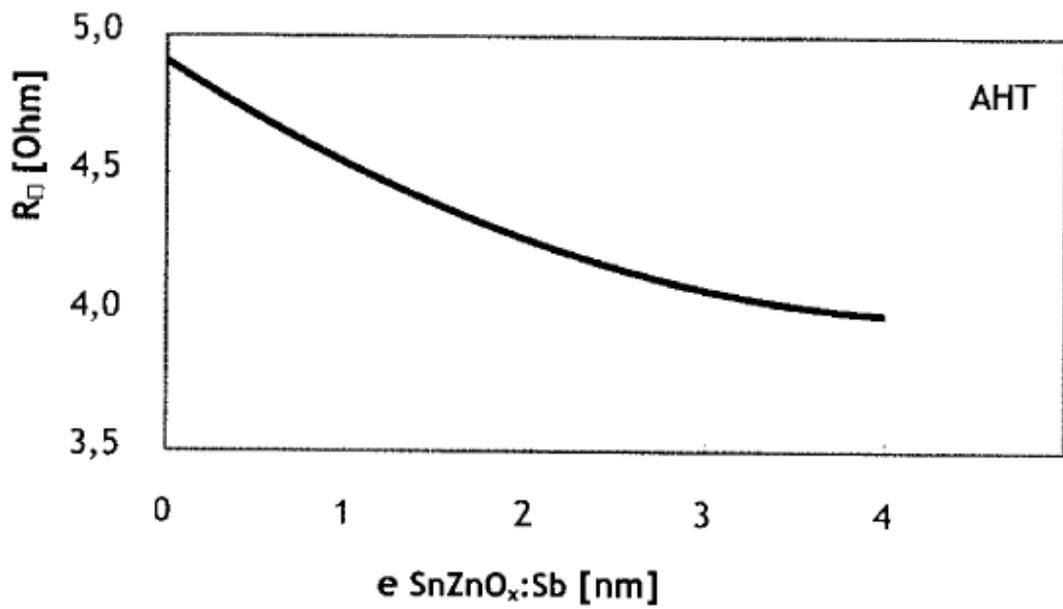


Fig. 4

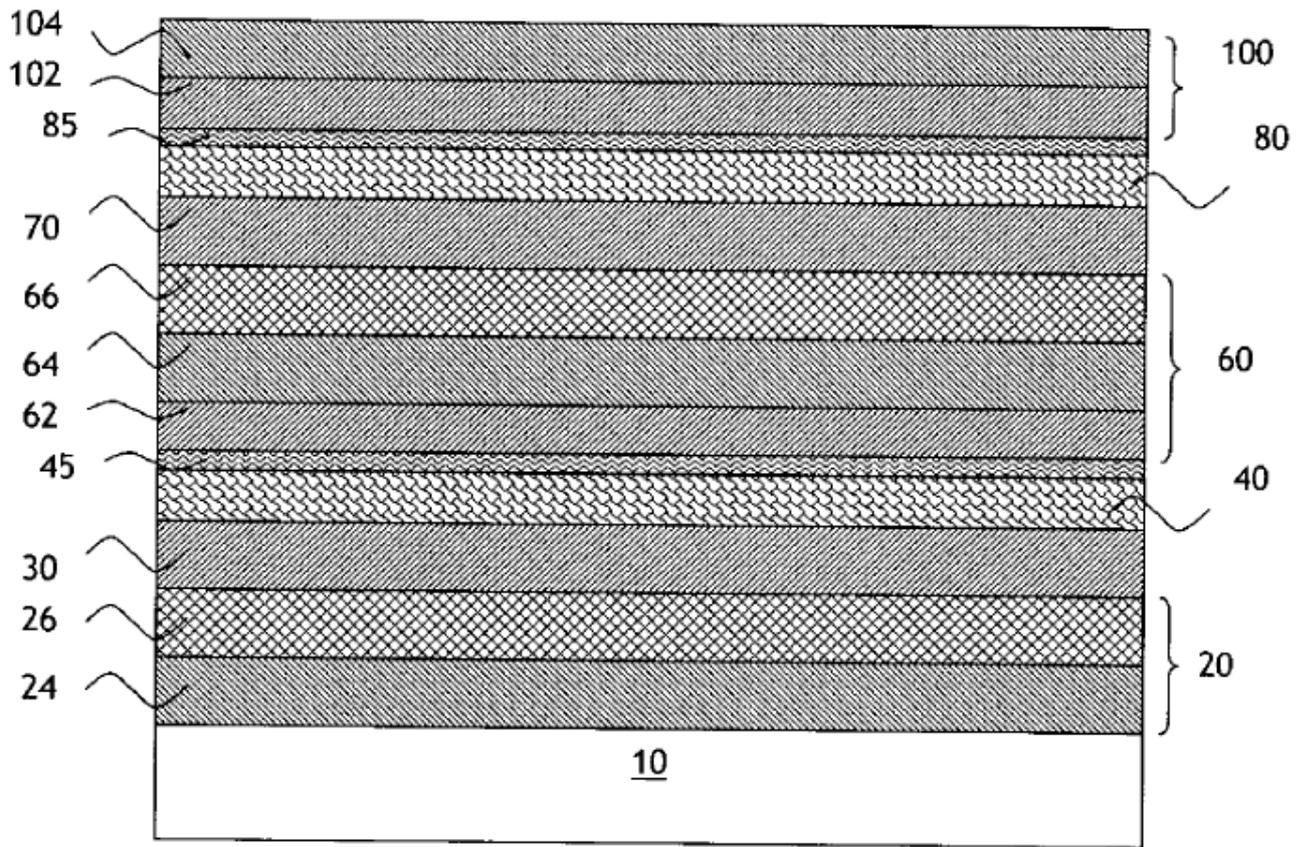


Fig. 5

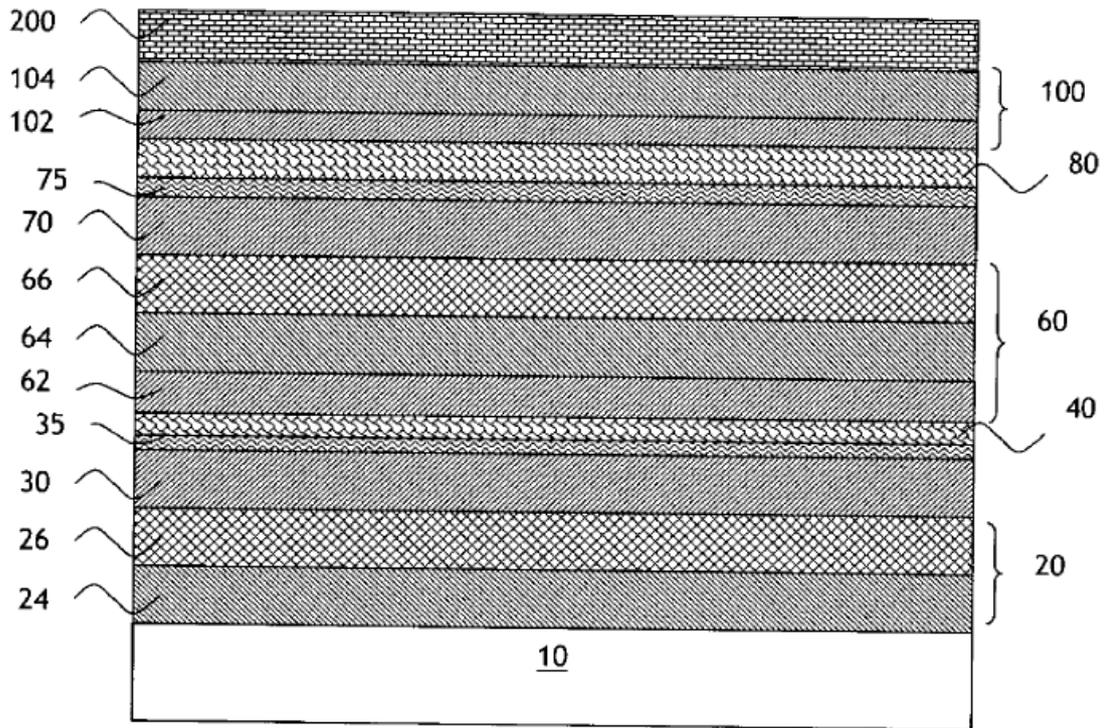


Fig. 6

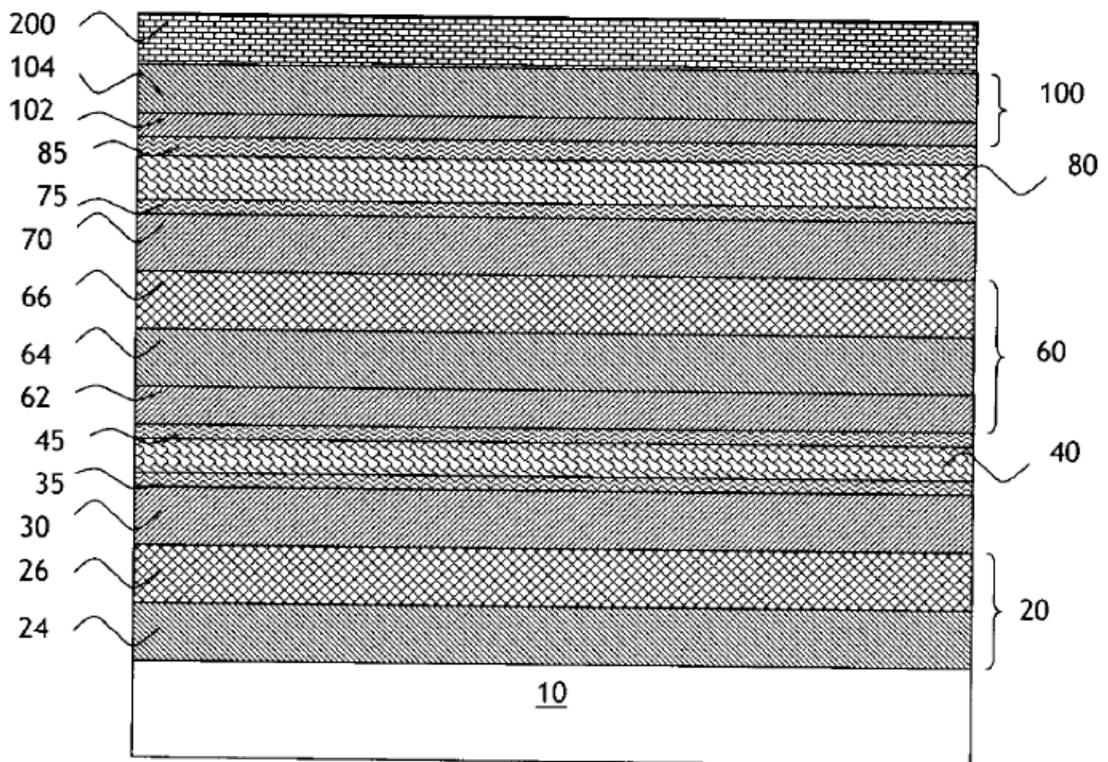


Fig. 7

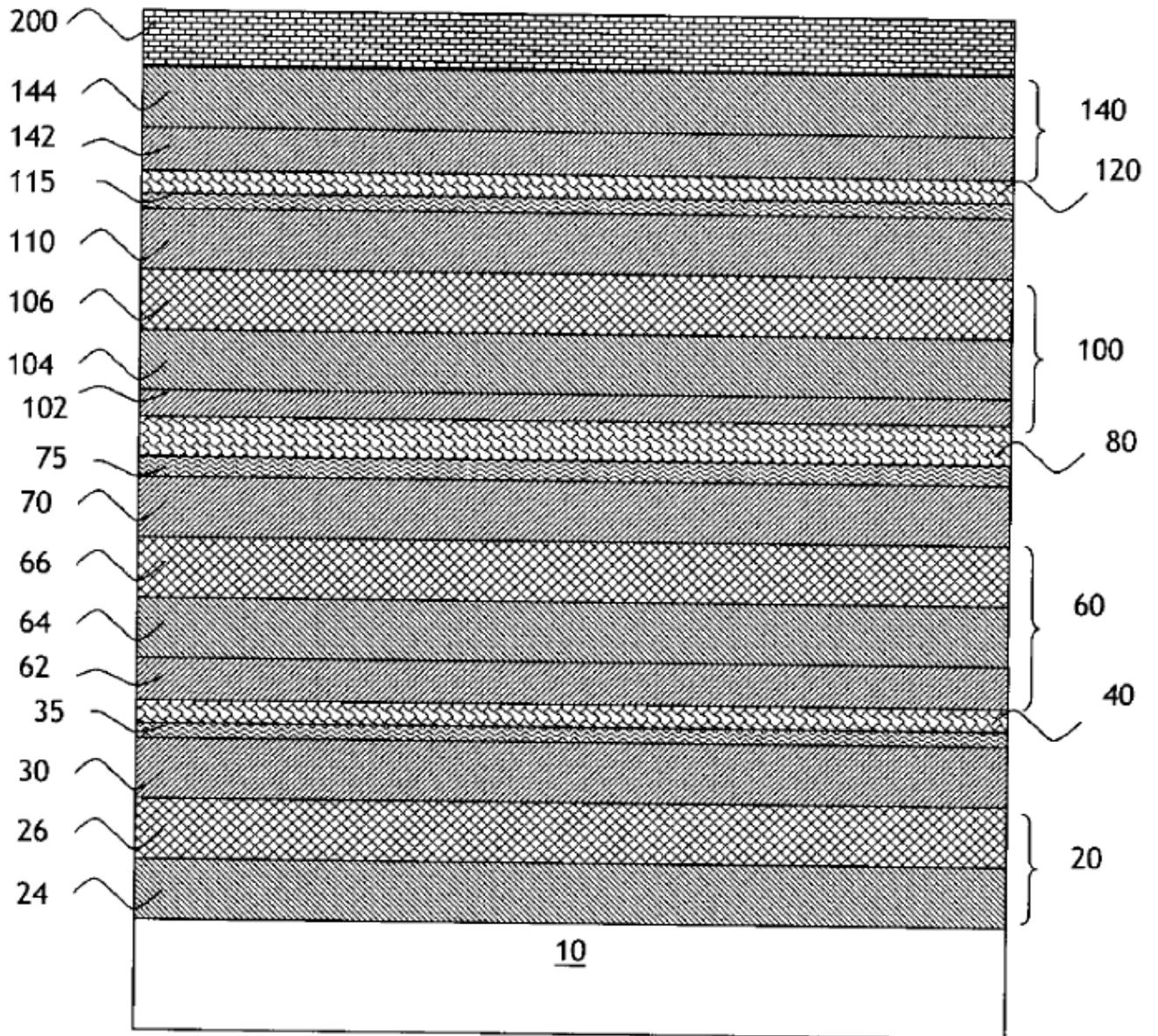


Fig. 8

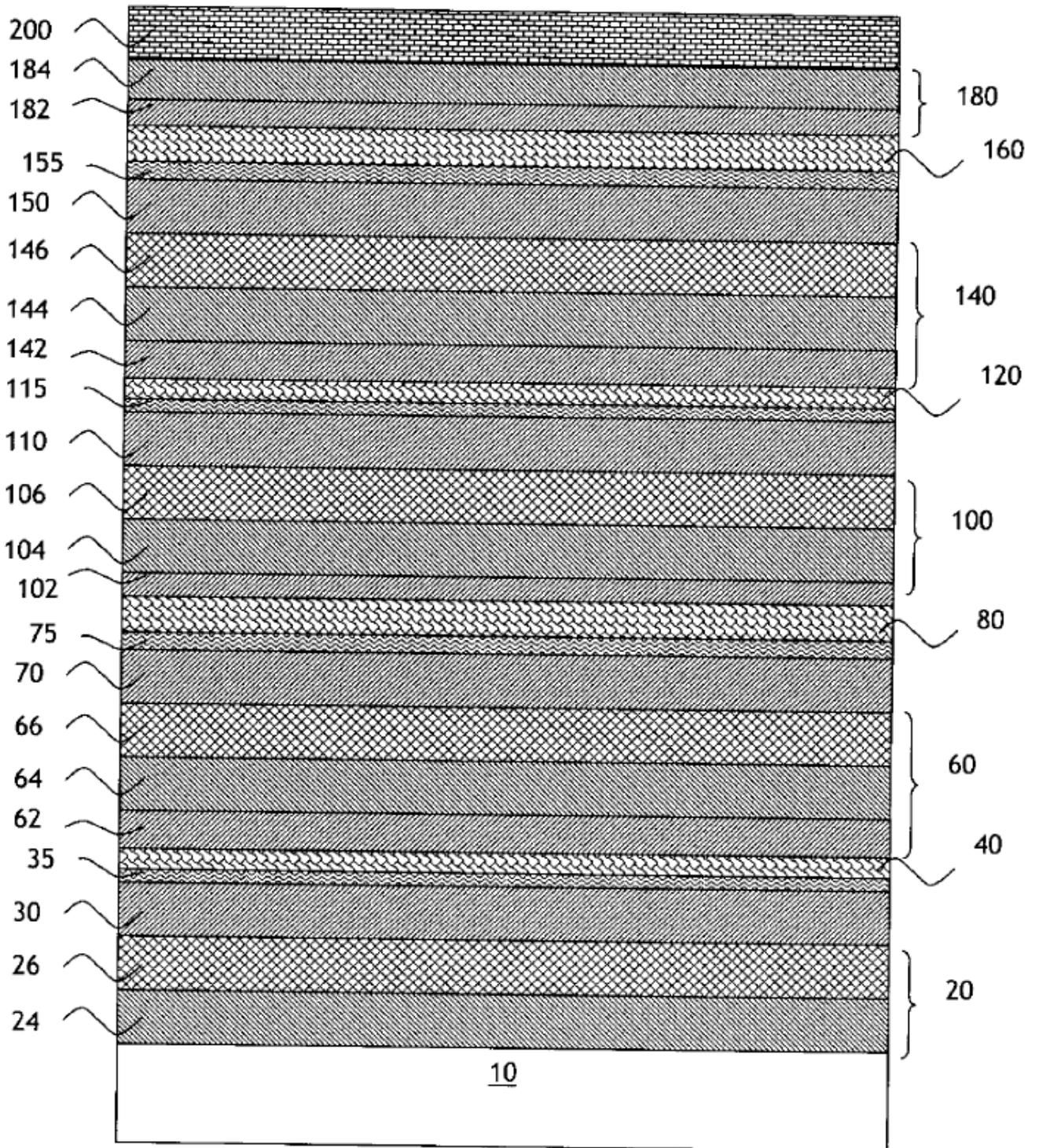


Fig. 9