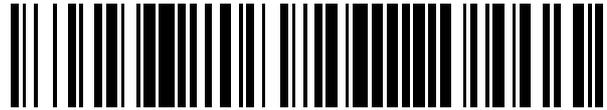


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 137**

51 Int. Cl.:

**H01L 31/0224** (2006.01)

**H01L 31/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2012** **E 12184514 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016** **EP 2709160**

54 Título: **Método de metalización de sustratos de célula solar**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.06.2016**

73 Titular/es:

**ATOTECH DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)**  
**Erasmusstrasse 20**  
**10553 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**VOSS, DR. TORSTEN;**  
**MATEJAT, KAI-JENS;**  
**SPERLING, JAN;**  
**LAMPRECHT, SVEN y**  
**SCHOENENBERGER, CATHERINE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 573 137 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

Método de metalización de sustratos de célula solar

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método de metalización de sustratos de célula solar, en particular sustratos de silicio solar.

10 **Antecedentes de la invención**

Los sustratos de célula solar, tales como sustratos de silicio dopado, comprenden elementos metálicos tales como líneas conductoras, adaptadores de contacto y adaptadores de soldadura fijados a uno o ambos lados de la superficie del sustrato. Tales elementos metálicos son necesarios para acoplar eléctricamente un circuito eléctrico externo a regiones dopadas del sustrato de la célula solar.

Preferentemente, las líneas de contacto, los adaptadores de contacto y los adaptadores de soldadura se fabrican de cobre debido a su alta conductividad eléctrica. Tales elementos metálicos pueden depositarse mediante métodos de deposición en fase vapor tales como deposición física en fase vapor (PVD), deposición química en fase vapor (CVD), impresión serigráfica de pastas conductoras que contienen metal o mediante deposición química en húmedo tal como electrochapado. Una deposición selectiva de metal o de aleación metálica sobre el sustrato de célula solar es necesaria en todos los casos. Por consiguiente, se aplican diferentes clases de máscara durante la deposición del metal o de aleación metálica, tal como materiales resistentes poliméricos en caso del electrochapado.

Los sustratos de célula solar recientes son muy finos, por ejemplo con espesores menores de 200  $\mu\text{m}$ , o incluso menores de 100  $\mu\text{m}$  y muy quebradizos. De esta manera, la manipulación del sustrato durante la deposición del metal o de aleación metálica es problemática, especialmente cuando el metal o la aleación metálica se depositan por electrochapado, que requiere el contacto eléctrico del sustrato con mordazas y similares.

Además, se demanda una distribución de espesor estrecha de los elementos metálicos o de aleación metálica depositados sobre el sustrato de silicio.

En los documentos US 339.110 B1 y US 7.388.147 B2 se desvela un método para electrochapado selectivo de un metal sobre un sustrato de célula solar. El método desvelado en los mismos se muestra en la Figura 1. Una base de chapado (102) se deposita mediante deposición física en fase de vapor sobre el lado trasero del sustrato de célula solar (101) (Figura 1a). La base de chapado puede ser una pila multicapa que proporciona diversas funcionalidades tales como reflexión de la luz, barrera contra la difusión no deseada de átomos y una capa que proporciona una superficie metalizable. Una base de chapado preferida (la capa más externa en el caso de una pila multicapa) es preferentemente una capa fina de cobre. A continuación, se fija un material fotorresistente (103) a la base de chapado (102) y se le da textura (Figura 1b). Se deposita una capa metálica (105), preferentemente una capa de cobre, en las aberturas (104) de la capa fotorresistente con textura (103) (Figura 1c) seguido de la retirada del material fotorresistente con textura (103) y se vuelve a grabar aquellas partes de la base de chapado que no están revestidas con la capa metálica (105) dando como resultado líneas conductoras (106) (Figura 1d).

La principal desventaja del método mostrado en la Figura 1 es la distribución no homogénea de espesor de las líneas conductoras (106) obtenidas. La mala distribución de espesor está provocada por la variación del potencial eléctrico local, que es muy dependiente de la distribución de las líneas con textura.

50 **Objetivo de la invención**

Po lo tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un método para electrochapar un metal o una aleación metálica sobre uno o ambos lados de un sustrato de célula solar, que da como resultado una distribución homogénea del espesor de las líneas conductoras, adaptadores de contacto y adaptadores de soldadura metalizados.

55 **Sumario de la invención**

Este objetivo se consigue mediante un método de metalización de un sustrato de célula solar que comprende, en este orden, las etapas de

- 60 (i) proporcionar un sustrato de célula solar (201) que tiene una base de chapado (202) sobre al menos una parte de una superficie de dicho sustrato (201),
- 65 (ii) depositar una primera capa resistente (203) sobre todo el sustrato (201), incluyendo los bordes y paredes laterales de dicho sustrato (201), y dar textura a dicha capa resistente (203) y, de esta manera, formar primeras aberturas (204) que exponen al menos una parte de la base de chapado (202),

(iii) formar una capa de siembra conductora (205) encima de la primera capa resistente con textura (203) y sobre esas porciones de la base de chapado que están expuestas mediante las primeras aberturas (204),

5 (iv) electrochapar una primera capa de metal o de aleación metálica (206) sobre la capa de siembra conductora (205) formada en la etapa (iii),

10 (v) decapar una cantidad de la primera capa de metal o de aleación metálica (206) suficiente para retirar la primera capa de metal o de aleación metálica (206) de la primera capa resistente con textura (203), dejando una primera capa de metal o de aleación metálica con textura (206) en las primeras aberturas (204),

(vi) decapar la capa de siembra conductora (205) de la primera capa resistente con textura (203), y

(vii) retirar la primera capa resistente con textura (203).

15 La primera capa de metal o de aleación metálica con textura obtenida por el método de acuerdo con la presente invención tiene la distribución de espesor estrecha y homogénea deseada.

### Breve descripción de las figuras

20 La Figura 1 muestra un método para depositar una primera capa de metal o de aleación metálica con textura sobre un lado de un sustrato de célula solar de acuerdo con la técnica anterior.

25 La Figura 2 muestra un método para depositar una primera capa de metal o de aleación metálica con textura sobre un lado de un sustrato de silicio de acuerdo con la presente invención.

La Figura 3 muestra un primer método para depositar una segunda capa de metal o de aleación metálica sobre la parte superior de una primera capa de metal o de aleación metálica.

30 La Figura 4 muestra un segundo método para depositar una segunda capa de metal o de aleación metálica encima de una primera capa de metal o de aleación metálica.

La Figura 5 muestra un método para depositar una capa de encapsulación sobre una primera capa de metal o de aleación metálica con textura.

### 35 Descripción detallada de la invención

La invención proporciona un método para formar una capa de metal o de aleación metálica con textura sobre un sustrato de célula solar por electrochapado. El método es particularmente adecuado para la fabricación de líneas conductoras, adaptadores de contacto y adaptadores de soldadura sobre sustratos de célula solar. El método se describe con más detalle a continuación.

45 Las figuras mostradas en este documento son simplemente ilustrativas del proceso. Las figuras no están dibujadas a escala, es decir, no reflejan las dimensiones reales o elementos de la célula de sustrato solar. Los números iguales se refieren a elementos similares por toda la descripción.

Se proporciona un sustrato de célula solar (201) que tiene una base de chapado (202) sobre una o ambas superficies externas (Figura 2a).

50 El sustrato de célula solar (201) puede ser una oblea de silicio (oblea de "silicio solar"), una célula de silicio amorfo, una célula de silicio policristalino, un conjunto de laminado heterogéneo de una oblea de silicio solar embebida o al menos ya estabilizada desde un lado con un material tal como acetato de etilvinilo (EVA), todos los cuales se denominan en este documento sustratos de célula solar basados en silicio. El sustrato de célula solar (201) puede ser cualquier otro material de célula solar de película fina orgánica o inorgánica. Preferentemente, el sustrato de célula solar (201) es un sustrato de célula solar basado en silicio. Más preferentemente, el sustrato de célula solar (201) es un sustrato de oblea de "silicio solar".

60 Pueden usarse diferentes tipos de base de chapado (202) en el método de acuerdo con la presente invención. La base de chapado (202) se define en este documento como una parte de la superficie de un sustrato de célula solar (201) que está sometida a deposición de una capa o capas de metal o de aleación metálica sobre la misma en etapas de procesos posteriores. Por consiguiente, la base de chapado (202) proporciona una superficie metalizable.

65 Un primer tipo de base de chapado (202) es la superficie de una oblea de silicio solar o una parte de la misma, que particularmente consiste en silicio dopado. Por ejemplo, puede conseguirse la deposición de una capa de aleación de níquel, tal como una capa de aleación de níquel y fósforo, por chapado no electrolítico sobre una superficie de silicio altamente n-dopado.

- Un segundo tipo de una base de chapado (202) adecuada es una capa de metal fina, tal como una capa de cobre, que puede depositarse por un método de deposición en fase vapor, tal como deposición física en fase de vapor o mediante chapado no electrolítico sobre el sustrato de célula solar (201). La base de chapado (202) puede ser también una pila multicapa de más de una capa individual de metal y aleación metálica, tal como una capa de aluminio fijada al sustrato de célula solar (201) seguido de una capa de barrera, tal como una capa de aleación de volframio-tantalio o una capa de (aleación de) níquel y, fijada en la misma, una capa de cobre como la capa más externa de la base de chapado (202). Preferentemente, una base de chapado (202) que comprende cobre se separa de la superficie de una oblea de silicio solar mediante una capa de barrera.
- 5
- Un tercer tipo de una base de chapado adecuada (202) es una capa de siliciuro de metal fijada a una o ambas superficies externas de una oblea de silicio solar como un sustrato de célula solar (201). Un método de fabricación de tal capa de siliciuro metálico como la base de chapado (202) se desvela en el documento US 2011/0318872 A1. Tal capa de siliciuro metálico puede prepararse por un método que comprende a) formar un área porosificada en al menos un área de la superficie de un sustrato de célula solar de silicio por decapado químico o electroquímico, b) revestir el área porosificada con una capa de metal fina, y c) calentar el área porosificada y la capa de metal fina a una temperatura entre 250 y 700 °C hasta que se forma una capa de siliciuro metálico en al menos una parte del área porosificada. El área de siliciuro metálico formada por este método sirve entonces como una base de chapado (202).
- 10
- 15
- La superficie del sustrato (201) puede enmascararse antes de la etapa b) para exponer solo las áreas porosificadas para deposición de la capa metálica fina en la etapa b). Preferentemente, dicha capa metálica comprende uno o más de níquel, plata y cobre. Preferentemente, dicha capa de siliciuro metálico formada en la etapa c) se selecciona del grupo que consiste en siliciuros de níquel, siliciuros de plata y siliciuros de cobre.
- 20
- Un cuarto tipo de una base de chapado adecuada (202) es una capa de barrera que suprime la difusión no deseada de átomos entre el sustrato de célula solar (201) y la capa de siembra conductora (205) y/o la primera capa de metal o de aleación metálica (206). Tal capa de barrera puede depositarse sobre el sustrato de célula solar (201) por chapado no electrolítico o por un método de deposición en fase vapor, por tal como deposición física en fase vapor. Los materiales adecuados como una capa de barrera son, por ejemplo, níquel, aleaciones de níquel tales como aleaciones de níquel-fósforo, aleaciones de níquel-boro, aleaciones de níquel-volframio-fósforo y níquel-molibdeno-fósforo, cobalto, aleaciones de cobalto tales como aleaciones de cobalto-volframio-fósforo y aleaciones de cobalto-molibdeno-fósforo, cromo, titanio, tantalio, volframio, plata, oro, paladio y multicapas de los mismos.
- 25
- 30
- Un quinto tipo de una base de chapado adecuada (202) es un óxido conductor transparente, tal como un óxido de estaño dopado con indio y un óxido de cinc dopado con aluminio, que puede depositarse por un método de deposición en fase vapor o un método de deposición química en húmedo.
- 35
- La base de chapado (202) puede cubrir completamente uno o ambos lados del sustrato de célula solar (201) o formar una textura sobre uno o ambos lados del sustrato de célula solar (201). En las Figuras 2 a 5 se muestra una base de chapado (202) que cubre completamente un lado de un sustrato de célula solar (201). En tal caso, estas porciones de la base de chapado (202) que no se cubrirán con una primera capa de metal o de aleación metálica (206) en la etapa (iv) tienen que retirarse posteriormente, por ejemplo por decapado químico en seco o en húmedo. De lo contrario, podrían ocurrir cortocircuitos entre líneas conductoras adyacentes.
- 40
- A continuación, una primera capa resistente (203) se deposita sobre al menos una superficie externa del sustrato de célula solar y se le da textura para exponer al menos una parte de la base de chapado (202).
- 45
- En una realización de la presente invención, el sustrato de célula solar (201) comprende una base de chapado (202) y una primera capa resistente (203) en un lado del sustrato de célula solar (201).
- 50
- En otra realización de la presente invención, el sustrato de célula solar (201) comprende una base de chapado (202) y una primera capa resistente (203) en ambos lados del sustrato de célula solar (201).
- La primera capa resistente (203) puede fijarse en forma de un material resistente líquido, por ejemplo mediante revestimiento por inmersión, revestimiento por cortina o revestimiento por centrifugación. Los materiales resistentes imprimibles pueden depositarse por impresión serigráfica y un material resistente de película seca puede laminarse sobre la superficie del sustrato de célula solar. Todos estos métodos de deposición de material resistente se conocen en la técnica.
- 55
- Las primeras aberturas (204) se forman durante la deposición de la primera capa resistente (203), en el caso de que la primera capa resistente (203) se deposite por impresión serigráfica.
- 60
- En el caso de que se use otro método de deposición para formar la primera capa resistente (203) pueden aplicarse otros medios para dar textura, tal como fotoestructuración, erosión con plasma y ablación con láser. Todos estos métodos se conocen en la técnica. Se forman de esta manera las primeras aberturas (204), que exponen al menos una parte de la base de chapado (202).
- 65

En el caso de que una base de chapado con textura (202) esté fijada a uno o ambos lados del sustrato de célula solar (201), las primeras aberturas (204) exponen al menos una parte de dicha base de chapado con textura (202).

5 En una realización de la presente invención, la primera capa resistente (203) se deposita sobre un sustrato completo (201), incluyendo los bordes y paredes laterales de dicho sustrato (201). La primera capa resistente (203) puede depositarse sobre todo el sustrato (201) por revestimiento por inmersión.

10 El material usado para la primera capa resistente (203) debe soportar las operaciones de chapado aplicadas en las etapas (iii) y (iv) que pueden comprender el tratamiento con líquidos ácidos y alcalinos y/o productos químicos oxidantes.

La primera capa resistente (203) se selecciona a partir de materiales tales como materiales resistentes líquidos, materiales resistentes imprimibles y materiales resistentes de película seca.

15 Los polímeros adecuados para la primera capa resistente (203) son, por ejemplo, uno o más de acrilatos, copolímero de etileno/etilacrilato (EEAC), copolímero de etileno/metacrilato (EMA), copolímero de etileno/ácido acrílico (EAA), copolímero de etileno/butilacrilato (EBA), polimetilpenteno (PMP) y polimetilmetacrilato (PMMA).

20 Los materiales poliméricos más preferidos para la primera capa resistente (203) se seleccionan del grupo que consiste en acrilatos y polimetilpenteno.

25 El material polimérico más preferido para la primera capa resistente (203) son acrilatos con un peso molecular promedio en peso  $P_m$  de 20.000 a 200.000 g/mol, más preferentemente de 25.000 a 150.000 g/mol, y lo más preferentemente de 30.000 a 100.000 g/mol. La  $T_g$  (temperatura de transición vítrea) del polímero preferentemente está en el intervalo de 20 a 130 °C, más preferentemente de 30 a 120 °C y, lo más preferentemente, de 40 a 110 °C, según se mide de acuerdo con ISO11357-1.

30 Un peso molecular demasiado alto conducirá a una solubilidad reducida en el disolvente elegido. Con un peso molecular demasiado bajo, la sensibilidad a las soluciones de proceso (ácida, alcalina, oxidante) tiende a ser insuficiente. La  $T_g$  tampoco debe ser demasiado baja, porque en ese caso la sensibilidad al sustrato es insuficiente a una temperatura elevada de los productos químicos de procesamiento.

35 Opcionalmente, pueden incorporarse cargas en el material polimérico de la primera capa resistente (203). Las cargas adecuadas se seleccionan preferentemente del grupo que consiste en borato de aluminio, óxido de aluminio, trihidróxido de aluminio, antracita, antimonato sódico, pentóxido de antimonio, trióxido de antimonio, apatita, atapulgita, metaborato de bario, sulfato de bario, sulfato de estroncio, titanato de bario, bentonita, óxido de berilio, nitruro de boro, carbonato de calcio, hidróxido de calcio, sulfato de calcio, negro de humo, arcilla, cristobalita, tierras diatomeas, dolomita, ferritas, feldespato, perlas de vidrio, grafito, silicato de calcio hidratado, óxido de hierro, caolín, litopón, óxido de magnesio, mica, disulfuro de molibdeno, perlita, cargas poliméricas tales como PTFE, PE, poliimida, piedra pómez, pirofilita, partículas de caucho, sílice pirógena, sílice fundida, sílice precipitada, sepiolita, cuarzo, arena, harina de pizarra, talco, dióxido de titanio, vermiculita, harina de madera, wollastonita, zeolitas, borato de cinc, óxido de cinc, estannato de cinc, sulfuro de cinc, fibras de aramida, fibras de carbono, fibras de celulosa, y fibras de vidrio y mezclas de los mismos.

45 Más preferentemente, los materiales de carga opcionales para la primera capa resistente (203) se seleccionan del grupo que consiste en sílice fundida, sílice pirógena, sílice precipitada, dolomita, caolinita, talco, carbonato de calcio, mica, feldespato, vermiculita, y piedra pómez.

50 Lo más preferentemente, los materiales de carga opcionales para la primera capa resistente (203) se seleccionan del grupo que consiste en caolinita, talco, mica y feldespato.

55 La cantidad de carga opcional en la primera formulación de material resistente global después de la retirada del disolvente está en el intervalo del 1 al 70 % en peso, más preferentemente del 2 al 65 % en peso, lo más preferentemente del 3 al 60 % en peso.

60 Dependiendo del disolvente que se emplee para formular el material resistente, tienen que ajustarse la temperatura del horno y el tiempo de secado (curado del material de resina). La dureza resultante del revestimiento secado es importante. La medición de la dureza de acuerdo con Koenig preferentemente debería estar en el intervalo de 20 s a 200 s, más preferentemente de 40 s a 180 s, lo más preferentemente de 60 s a 160 s.

Haciendo referencia ahora a la Figura 2c: se deposita una capa de siembra conductora (205) sobre al menos una parte de la base de chapado (202) expuesta por las primeras aberturas (204) y sobre la superficie externa de la primera capa resistente con textura (203).

65 La capa de siembra conductora (205) es necesaria para iniciar el electrochapado de la primera capa de metal o de aleación metálica (206) en las primeras aberturas (204), sobre al menos una parte de la base de chapado (202), y

encima de la primera capa resistente con textura (203).

Como la capa de siembra conductora (205) cubre toda la superficie, incluyendo las primeras aberturas (204), no se observa una variación del potencial eléctrico local. Esta clase de enfoque para chapado de un panel no comprende líneas con textura aisladas que se tienen que se tienen que electrochapar. La variación en el diseño (posición y tamaño de las primeras aberturas (204)) no afecta al potencial eléctrico local nunca más. La distribución de espesor del metal o de aleación metálica chapado depende ahora de la precisión del espesor de la primera capa resistente (203) aplicada. Esto permite un aumento de la densidad de corriente, puesto que no hay elementos de diseño aislados que actúen como un factor limitante. Un aumento en la velocidad de chapado acorta el tiempo requerido para depositar los metales o aleaciones metálicas y, por lo tanto, puede usarse un menor equipo de chapado. Se requiere una menor cantidad de suelo del taller en el entorno de sala limpia, lo que implica un ahorro de costes por sí mismos. Esto mismo cuenta también. Lo mismo hay que tener en cuenta para si se necesita menos aire para los sistemas de escape.

La capa de siembra conductora (205) se forma por ejemplo mediante chapado no electrolítico en la fabricación convencional de superficies no conductoras que se conoce bien en la técnica.

Otros métodos para depositar la capa de siembra conductora (205) son, por ejemplo, chapado directo usando un polímero intrínsecamente conductor, deposición química en fase vapor (CVD), deposición física de vapor (PVD) y deposición química en fase vapor mejorada por plasma (PECVD).

Preferentemente, la capa de siembra conductora (205) se deposita por chapado no electrolítico.

De acuerdo con la presente invención, la capa de siembra conductora (205) se deposita sobre toda la superficie del sustrato de célula solar (201), incluyendo aquellas partes de la base de chapado (202) expuestas por las primeras aberturas (204) y la primera capa resistente con textura (203) (Figura 2c).

La superficie de la primera capa resistente con textura (203) puede activarse para un electrochapado posterior por diversos métodos que se describen, por ejemplo, en Printed Circuits Handbook, C. F. Coombs Jr. (Ed.), 6ª Edición, McGraw Hill, páginas 28.5 a 28.9 y 30.1 a 30.11. Estos procesos implican la formación de una capa conductora que comprende partículas de carbono, coloides de metal noble, iones de metal noble o polímeros eléctricamente conductores.

Estos procesos se describen en la bibliografía de patentes y en los ejemplos dados a continuación:

La patente europea EP 0 616 053 desvela un proceso para aplicar un revestimiento metálico a un sustrato no conductor (sin un revestimiento electrolítico), que comprende:

a. poner en contacto dicho sustrato con un activador que comprende un metal noble/metal del grupo IVA en solución para obtener un sustrato tratado;

b. poner en contacto dicho sustrato tratado con una composición metálica de auto-aceleración y de inmersión de relleno que tiene un pH por encima de 11 a pH 13 que comprende una solución de;

(i) una sal de metal soluble en Cu (II), Ag, Au o Ni, o mezclas de las mismas,

(ii) un hidróxido de metal del Grupo IA,

(iii) un agente complejante que comprende un material orgánico que tiene una constante de formación acumulada log K de 0,73 a 21,95 para un ión del metal de dicha sal metálica.

Este proceso da como resultado una capa conductora fina que puede usarse para electrochapado posterior. Este proceso se conoce en la técnica como el proceso "Connect".

El documento US 5.503.877 describe la metalización de superficies no conductoras, que implica el uso de compuestos complejos para la generación de semillas metálicas de un sustrato no metálico. Estas semillas metálicas proporcionan suficiente conductividad para el electrochapado posterior. Este proceso se conoce en la técnica como el proceso denominado "Neoganth".

El documento US 5.693.209 se refiere a un proceso de metalización de superficies no conductoras, que implica el uso de polímeros de pirrol conductor. El proceso se conoce en la técnica como el proceso "Compact CP".

El documento EP 1 390 568 B1 se refiere también a la metalización electrolítica directa de superficies no conductoras. Implica el uso de polímeros conductores para obtener una capa conductora para electrochapado posterior. Los polímeros conductores tienen unidades tiofeno. El proceso se conoce en la técnica como el proceso "Seleo CP".

La superficie no conductora puede activarse para chapado no electrolítico posterior con una solución que contiene ión paladio coloidal o ionógeno, describiéndose métodos para esto, por ejemplo, en Printed Circuits Handbook, C. F. Coombs Jr. (Ed.), 6ª Edición, McGraw Hill, páginas 28.9 y 30.2 a 30.3.

- 5 El chapado no electrolítico posterior de un revestimiento metálico intermedio fino puede llevarse a cabo finalmente para potenciar la capa de siembra conductora (205). Con ayuda de la capa de siembra conductora (205), puede entonces llevarse a cabo el electrochapado de la primera capa de metal o de aleación metálica (206) de acuerdo con la presente invención.
- 10 La capa de siembra conductora (205) puede fabricarse de una única capa metálica, una única capa de aleación metálica o de una multicapa de al menos dos capas individuales distintas. Los metales y aleaciones metálicas adecuadas como capa de siembra conductora (205) se seleccionan del grupo que consiste en cobre, estaño, cobalto, níquel, plata, aleaciones de estaño tales como aleación de estaño-plomo, aleación de estaño-plata, aleaciones de cobre tales como aleación de cobre-níquel, aleación de cobre-cromo, aleación de cobre-rutenio, aleación de cobre-rodio, aleación de cobre-plata, aleación de cobre-iridio, aleación de cobre-paladio, aleación de cobre-platino, aleación de cobre-oro y aleación de cobre-metal de tierras raras, aleación de cobre-níquel-plata, aleación de cobre-níquel-metal de tierra, aleaciones de níquel tales como aleación de níquel-fósforo y aleaciones de níquel-boro y aleaciones de cobalto tales como aleaciones de cobalto-volframio-fósforo y aleaciones de cobalto-molibdeno-fósforo.
- 15 El cobre, las aleaciones de cobre, el níquel y las aleaciones de níquel son los más preferidos como la capa de siembra conductora (205).
- 20 De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, la siembra conductora (205) también puede estar formada por un método de deposición no electrolítica, en el que el metal catalítico no utiliza metal noble, pero utiliza cobre como el metal catalítico. Los ejemplos típicos para la formación de un cobre catalítico de este tipo sobre una superficie no conductora pueden encontrarse en los documentos US 3.993.491 y US 3.993.848.
- 25 El espesor de dicha capa de siembra conductora (205) preferentemente es menor que 10  $\mu\text{m}$  y, más preferentemente, entre 0,1 y 5  $\mu\text{m}$ .
- 30 A continuación, una primera capa de metal o de aleación metálica (206) se deposita por electrochapado sobre la capa de siembra conductora (205) (Figura 2d).
- 35 Preferentemente, la primera capa de metal o de aleación metálica (206) se selecciona del grupo que consiste en cobre, aleaciones de cobre, estaño, aleaciones de estaño, níquel, aleaciones de níquel, plata y aleaciones de plata. Más preferentemente, la primera capa de metal o de aleación metálica (206) se selecciona del grupo que comprende cobre y aleaciones de cobre.
- 40 Las composiciones de baño de electrochapado de cobre y aleación de cobre adecuadas se conocen en la técnica. Habitualmente se usan composiciones de baño de chapado de cobre o de aleación de cobre y pueden aplicarse los parámetros del proceso de chapado. Una composición de baño de chapado de cobre preferida comprende agua como una fuente de iones de cobre, un ácido, tal como ácido sulfúrico y/o ácido metanosulfónico, y uno o más aditivos orgánicos seleccionados del grupo que consiste en aditivos abrillantadores, aditivos de soporte, aditivos de nivelación y agentes humectantes. Otros aditivos opcionales son, por ejemplo, iones haluro, tales como iones cloruro y una fuente de segundos iones metálicos en caso de que quiera depositarse una aleación de cobre.
- 45 Puede usarse tanto chapado CC como chapado por pulso inverso para depositar cobre o una aleación de cobre como la primera capa de metal o de aleación metálica (206) sobre la capa de siembra conductora (205).
- 50 En el documento WO 2009/15289 A1 se desvela un aparato particularmente adecuado para depositar la primera capa de metal o de aleación metálica (206). En el aparato para tratamiento por una cara del sustrato de célula solar (201), el sustrato (201) se coloca sin marcos, sujeciones o sostenes por encima de una cámara de tratamiento dispuesta verticalmente, de manera que solamente el lado inferior del sustrato se humedece en el líquido de tratamiento.
- 55 Se conocen en la técnica composiciones de baño de aleación de electrochapado de estaño y aleación de estaño adecuadas. Comúnmente se usan composiciones de baño de chapado de estaño o de aleación de estaño y los parámetros de un proceso de chapado se describen a continuación.
- 60 Entre otros componentes del baño de estaño o de aleación de estaño puede añadirse una fuente de iones  $\text{Sn}^{2+}$ , un antioxidante y un tensioactivo.
- 65 La fuente de iones  $\text{Sn}^{2+}$  puede ser un ánodo que contiene estaño soluble, o cuando se usa un ánodo insoluble, una fuente de ión  $\text{Sn}^{2+}$  soluble. El ácido metanosulfónico  $\text{Sn}(\text{MSA})_2$ , es una fuente preferida de iones  $\text{Sn}^{2+}$ , debido a su alta solubilidad. Normalmente, la concentración de la fuente de iones  $\text{Sn}^{2+}$  es suficiente para proporcionar entre 10

g/l y 100 g/l de iones  $\text{Sn}^{2+}$  al baño, preferentemente entre 15 g/l y 95 g/l, más preferentemente entre 40 g/l y 60 g/l. Por ejemplo, puede añadirse  $\text{Sn}(\text{MSA})_2$  para proporcionar entre 30 g/l y 60 g/l  $\text{Sn}^{2+}$  al baño de chapado.

5 Una aleación de estaño preferida es una aleación de estaño y plata. En tal caso, el baño de chapado contiene adicionalmente una sal de plata soluble, usándose habitualmente por ejemplo nitrato, acetato y, preferentemente, metanosulfonato. Normalmente, la concentración de la fuente de iones  $\text{Ag}^+$  es suficiente para proporcionar entre 0,1 g/l y 1,5 g/l de iones de  $\text{Ag}^+$  al baño, preferentemente entre 0,3 g/l y 0,7 g/l, más preferentemente entre 0,4 g/l y 0,6 g/l.

10 Por ejemplo, puede añadirse  $\text{Ag}(\text{MSA})$  para proporcionar entre 0,2 g/l y 1,0 g/l de iones  $\text{Ag}^+$  al baño de chapado.

15 Pueden añadirse antioxidantes a los baños de estaño o de aleación de estaño para estabilizar el baño contra la oxidación de los iones  $\text{Sn}^{2+}$  en solución. Los antioxidantes preferidos, tales como hidroquinona, catecol, y cualquiera de los ácidos hidroxil, dihidroxil, o trihidroxil benzoico, pueden añadirse a una concentración entre 0,1 g/l y 10 g/l, preferentemente entre 0,5 g/l y 3 g/l. Por ejemplo, puede añadirse hidroquinona al baño a una concentración de 2 g/l.

20 Pueden añadirse tensioactivos para promover la humectación del sustrato. El tensioactivo parece servir como un inhibidor de deposición moderado que puede suprimir el crecimiento tridimensional en un cierto grado, mejorando así la morfología y topografía de la película. Puede ayudar también a refinar el tamaño de grano, lo que produce un abultamiento más uniforme. Los tensioactivos aniónicos ejemplares incluyen alquil fosfonatos, alquil éter fosfatos, alquil sulfatos, alquil éter sulfatos, alquil sulfonatos, alquil éter sulfonatos, éteres de ácido carboxílico, ésteres de ácido carboxílico, alquil aril sulfonatos, aril alquil éter sulfonatos, aril sulfonatos y sulfosuccinatos.

25 El baño de chapado de estaño o de aleación de estaño electrolítico de la presente Invención preferentemente tiene un pH ácido para inhibir el pasivado anódico, conseguir una mejor eficacia catódica, y conseguir un depósito más dúctil. Por consiguiente, el pH del baño preferentemente es entre 0 y 3. En la realización preferida, el pH del baño es 0. Por consiguiente, el pH ácido preferido puede conseguirse usando ácido nítrico, ácido acético y ácido metanosulfónico. En una realización preferida, el ácido es metanosulfónico. La concentración del ácido preferentemente es entre 50 g/l y 200 g/l, más preferentemente entre 70 g/l y 120 g/l. Por ejemplo, puede añadirse entre 50 g/l y 160 g/l de ácido metanosulfónico al baño de electrochapado para conseguir un baño con un pH de 0 y que actúe como el electrolito conductor.

35 Las composiciones de baño de estaño o de aleación de estaño típicas se desvelan, por ejemplo, en Jordan: The Electrodeposition of Tin and its Alloys, 1995, pág. 71-84.

40 El chapado de estaño y aleaciones de estaño para chapado de depósito de soldadura puede realizarse mediante chapado con corriente continua (CC) o por pulso inverso. Las ventajas del chapado por pulso inverso son una mejor uniformidad de distribución en superficie y estructuras cristalinas mejoradas con depósitos de estaño que poseen tamaños de grano más fino y, por lo tanto, mejores propiedades de soldabilidad. Asimismo, puede obtenerse una mayor densidad de corriente aplicable y, por lo tanto, una mayor capacidad de producción mediante chapado por pulso inverso en comparación con el chapado CC.

45 En general, pueden aplicarse pulsos de corriente a una densidad de corriente eficaz de 1 a 20  $\text{A}/\text{dm}^2$ . Como alternativa, puede realizarse la operación del baño con CC a una densidad de corriente de 1 a 3  $\text{A}/\text{dm}^2$ .

50 Por ejemplo, la aplicación de estaño mediante chapado por pulso inverso con una densidad de corriente de 3  $\text{A}/\text{dm}^2$  produce un espesor medio del depósito de estaño de 40  $\mu\text{m}$  en 30 min de tiempo de chapado. La variación de espesor sobre la superficie es solo de +/- 15 %. Puede obtenerse la aplicación de chapado CC a una densidad de corriente máxima de solo 1  $\text{A}/\text{dm}^2$ . El tiempo de chapado para obtener un espesor del depósito de estaño de 40  $\mu\text{m}$  es de 86 min. La variación sobre la superficie es de +/- 33 %, mucho mayor por tanto que para el chapado por pulso inverso.

Los parámetros del pulso inverso preferidos son los siguientes:

55 La relación de la duración de el al menos un pulso de corriente directa a la duración de el al menos un pulso de corriente inversa se ajusta a al menos 1:0 a 1:7, preferentemente a al menos 1:0,5 a 1:4 y, más preferentemente, a al menos, 1:1 a 1:2,5.

60 La duración de el al menos un pulso de corriente directa pueda ajustarse preferentemente a al menos 5 ms hasta 1.000 ms.

La duración de el al menos un pulso de corriente inversa preferentemente se ajusta de 0,2 a 5 ms como máximo y, más preferentemente, de 0,5 a 1,5 ms.

65 La densidad de corriente de pico de el al menos un pulso de corriente directa en la pieza de trabajo preferentemente se ajusta a un valor de 1 a 30  $\text{A}/\text{dm}^2$  como máximo. Particularmente preferentemente, es un pico de densidad de

corriente de al menos un pulso de corriente directa en la pieza de trabajo de aproximadamente 2 a 8 A/dm<sup>2</sup> en los procesos horizontales. En procesos verticales, el pico de densidad de corriente más preferido de el al menos un pulso de corriente directa en la pieza de trabajo es de 1 a 5 A/dm<sup>2</sup> como máximo.

5 El pico de densidad de corriente de el al menos un pulso de corriente inversa en la pieza de trabajo preferentemente se ajustará a un valor de 0 a 60 A/dm<sup>2</sup>. Es particularmente preferido un pico de densidad de corriente de el al menos un pulso de corriente inversa en la pieza de trabajo de aproximadamente 0 a 20 A/dm<sup>2</sup> en procesos horizontales. En procesos verticales, el pico de densidad de corriente más preferido en al menos un pulso de corriente directa en la pieza de trabajo es de 0 a 12 A/dm<sup>2</sup> como máximo.

10 Puesto que también la primera capa resistente con textura (203) se cubre mediante la capa de siembra conductora (205), el electrochapado de la primera capa de metal o de aleación metálica (206) está también sobre esta capa. El espesor de la primera capa de metal o de aleación metálica (206) debería preferentemente no superar los 10 µm y, más preferentemente, no superar los 6 µm encima de la primera capa resistente con textura (203).

15 En la etapa (v) del método de acuerdo con la presente invención, aquellas partes de la primera capa de metal o de aleación metálica (206), que están metalizadas encima de la primera capa resistente (203) se eliminan por decapado. Al mismo tiempo, una cantidad similar (en términos de espesor de esta capa) de la primera capa de metal y aleación metálica (206) en las primeras aberturas (204) también se elimina por decapado. La etapa (v) del método de acuerdo con la presente invención se ilustra en la Figura 2e.

20 En una realización de la presente invención, no se aplica material resistente al decapado adicional sobre la primera capa de metal o de aleación metálica (206) por encima de esta parte o partes de la base de chapado (202) expuesta mediante las primeras aberturas (204) antes de retirar la primera capa de metal o de aleación metálica (206).

25 La expresión "material resistente al decapado" se define en este documento como cualquier clase de barrera con textura, por ejemplo, materiales resistentes orgánicos con capacidad de formación de imágenes o de imprimirse serigráficamente y materiales resistentes al decapado metálicos que evitan la retirada no deseada de material metálico por debajo de dicho material resistente al decapado durante el decapado.

30 La retirada se realiza preferentemente por decapado químico de una cantidad de la primera capa de metal o de aleación metálica (206) suficiente para retirar la primera capa de metal o de aleación metálica (206) de la capa de siembra conductora (205) conduciendo a una primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207) en las primeras aberturas (204) (Figura 2e).

35 En una realización de la presente invención, una cantidad de la primera capa de metal o de aleación metálica (206) se elimina por decapado en una cantidad suficiente para retirar también una parte de la capa de metal o de aleación metálica (206) dentro de las primeras aberturas (204). Esta porción puede ser preferentemente de 0,1 a 10 µm, más preferentemente 0,5 a 5 µm en términos de espesor del metal o de aleación de metálica (206) dentro de las primeras aberturas (204).

40 En caso de que la primera capa de metal o de aleación metálica (206) consista en estaño y aleaciones de estaño, el decapado puede realizarse por vía electrolítica o química. Asimismo, puede aplicarse pulido mecánico en solitario o en combinación con separación electrolítica o química para retirar la primera capa de metal o de aleación metálica (206).

45 Las composiciones típicas de decapado o separación para la primera capa de metal o de aleación metálica (206) que consiste en estaño o aleaciones de estaño se desvelan, por ejemplo, en Jordan: The Electrodeposition of Tin and its Alloys, 1995, pág. 373-377.

50 Durante los métodos de separación electrolítica, el estaño o las aleaciones de estaño se disuelven anódicamente en una solución de NaOH al 10 % en peso, de 70 a 90 °C.

55 La separación química generalmente se realiza en soluciones que contienen una base fuerte, tal como NaOH (aproximadamente 10 % en peso) a temperaturas elevadas de 70 a 90 °C. Pueden añadirse a la solución aditivos orgánicos, particularmente compuestos nitroaromáticos como p-nitrofenol.

Como alternativa, la separación química puede realizarse en las siguientes soluciones:

- 60 - peróxido de hidrógeno, a menudo con fluoruro añadido,
- sistemas basados en ácido nítrico y nitrato, de 5 a 40 % en peso de nitrato,
- 65 - sistemas basados en HCl/cloruro de cobre, que contienen de 5 a 20 % en peso de HCl, con una concentración inicial de 2,5 mg/l de cloruro de cobre.

En el caso de que la primera capa de metal o de aleación metálica (206) consista en cobre o aleaciones de cobre, el decapado puede realizarse por vía electrolítica o química. Asimismo, puede aplicarse pulido mecánico en solitario o en combinación con separación electrolítica o química para retirar la primera capa de metal o de aleación metálica (206).

5 Las composiciones típicas de decapado o separación para las primeras capas de metal o de aleación metálica (206) que consisten en cobre o aleaciones de cobre y una capa de siembra conductora (205) que consiste en cobre o una aleación de cobre se desvelan, por ejemplo, en: CF Coombs, Jr., "Printed Circuits Handbook", 5ª Ed. 2001, McGraw-Hill, Capítulo 33.4.

10 Las soluciones de decapado y las condiciones de decapado adecuadas se eligen en experimentos rutinarios.

A continuación, aquellas partes de la capa de siembra conductora (205) que están encima de la primera capa resistente con textura (203) se retiran en la etapa (vi) mediante decapado químico y/o electroquímico (Figura 2f).

15 La capa de siembra conductora (205) puede retirarse con los mismos métodos que la capa de metal o de aleación metálica (206) en la etapa (v).

20 La primera capa resistente (203) se retira después por separación química en húmedo en la etapa (vii) (Figura 2g).

La primera capa resistente con textura (203) puede retirarse (separarse) del sustrato de célula solar (201) poniendo en contacto la primera capa resistente con textura (203) con un disolvente, estando seleccionado el disolvente preferentemente del grupo que comprende acetona, alcohol n-amílico, acetato de n-amilo, alcohol bencílico, 1,4-butanodiol, acetato de metoxibutilo, acetato de n-butilo, acetato de sec-butilo, n-butanol, 2-butanol, butildiglicol, acetato de butildiglicol, dibutiléter de dietilenglicol, butilglicol, acetato de butilglicol, n-butiltriglicol, cloroformo, ciclohexano, ciclohexanol, ciclohexanona, clohexilamina, n-decano, decahidro naftaleno, alcohol diacetona, 1,2-dicloroetano, 1,2-diclorobenceno, 1,2-dicloropropano, dietanolamina, dietilenglicol, dibutiléter de dietilenglicol, dietiléter de dietilenglicol, dimetiléter de dietilenglicol, monobutiléter de dietilenglicol, acetato de monobutiléter de dietilenglicol, monoetiléter de dietilenglicol, monometiléter de dietilenglicol, acetato de monometiléter de dietilenglicol, éter dietílico, dietilcetona, dimetiléter dietilenglicol, diisobutilcetona, diisopropilamina, diisopropanolamina, éterdiisopropílico, dimetilacetamida, dimetilformamida, dimetilsulfóxido, 1,4-dioxano, dipenteno, dipropilenglicol, monobutiléter de dipropilenglicol, monometiléter de dipropilenglicol, n-dodecano, diacetato de propilenglicol, monometiléter de propilenglicol, acetato de monometiléter de propilenglicol, monobutiléter de propilenglicol, acetato de monobutiléter de propilenglicol, monometiléter de tripropilenglicol, monobutiléter de tripropilenglicol, etil-3-etoxipropionato, etanolamina, monoetiléter de propilenglicol, acetato de etoxipropilo, acetato de etilo, etilamil cetona, etilbenceno, 2-etilbutanol, etilbutil cetona, etildiglicol, acetato de etildiglicol, 1,2-dicloroetano, etilenglicol, dietiléter de etilenglicol, dimetiléter de etilenglicol, monobutiléter de etilenglicol, acetato de monobutiléter de etilenglicol, monoetiléter de etilenglicol, acetato de monoetiléter de etilenglicol, monoisopropiléter de etilenglicol, acetato de monometiléter etilenglicol, monopropiléter de etilenglicol, formiato de etilo, etilglicol, acetato de etilglicol, dietiléter de etilenglicol, 2-etoxietanol, acetato de 2-etilhexilo, lactato de etilo, etilmetil cetona, ácido fórmico, etilmetil cetoxima, etiltriglicol, furfural, alcohol furfúrico, furfuraldehído, glicerol, triacetato de glicerol, n-heptano, n-hexadecano, n-hexano, hexilenglicol, acetato de isoamilo, alcohol isoamílico, acetato de isobutilo, alcohol isobutílico, isoheptano, isooctano, isopentano, isoforona, isopropanolamina, acetato de isopropilo, alcohol isopropílico, cloruro de isopropilo, isopropiléter, isopropilglicol, acetato metoxipropilo, acetato de metilo, alcohol metílico, metilamil cetona, metilbutil cetona, metilciclohexano, metilciclohexanol, metilciclohexanona, metilciclopentano, metildiglicol, acetato de metildiglicol, cloruro de metileno, ácido acético, metiletil cetona, metiletil cetoxima, metilglicol, acetato de metilglicol, alcohol metilisoamílico, metilisoamil cetona, metilisobutilcarbinol, metilisobutil cetona, metilisopropil cetona, metilpropil cetona, N-metil-pirrolidona, metil-t-butil-éter, monoclorobenceno, monoetanolamina, monoisopropanolamina, nitroetano, nitrometano, 1-nitropropano, 2-nitropropano, n-nonano, n-octano, alcohol n-octílico, n-pentadecano, propionato de pentilo, percloroetileno, acetato de n-propilo, n-propanol, dicloruro de propileno, propilenglicol, diacetato de propilenglicol, monobutiléter de propilenglicol, acetato de monobutiléter de propilenglicol, monoetiléter de propilenglicol, monometiléter de propilenglicol, acetato de monometiléter de propilenglicol, propilglicol, piridina, acetato de sec-butilo, n-tetradecano, tetraetilenglicol, dimetiléter de tetraetilenglicol, tetrahidrofurano, alcohol tetrahidrofurfúrico, tetrahidro naftaleno, tolueno, tricloroetano, tricloroetileno, n-tridecano, trietanolamina, trietilenglicol, monoetiléter de trietilenglicol, dimetiléter de trietilenglicol, tripropilenglicol, peróxido de hidrógeno, monobutiléter de tripropilenglicol, monometiléter de tripropilenglicol, n-undecano, xileno, mesitileno, acetofenona, acetaldehído, butirolactona, etilencarbonato, propilencarbonato, acetonitrilo, butironitrilo, N-etilpirrolidona, y mezclas de los mismo. Tales disolventes o mezclas de los disolventes mencionados anteriormente pueden comprender además agua.

60 Más preferentemente, el disolvente se selecciona del grupo que consiste en alcohol bencílico, ácido fórmico, dimetilacetamida, dimetilformamida, ciclohexanona, etanolamina, trietanolamina, acetato de monobutiléter de etilenglicol, monoetiléter de etilenglicol y mezclas de los mismos.

65 Lo más preferentemente, el disolvente se selecciona del grupo que consiste en ácido fórmico, alcohol bencílico, acetato de monobutiléter de etilenglicol, monoetiléter de etilenglicol y mezclas de los mismos.

La primera capa resistente con textura (203) se pone en contacto con el disolvente por inmersión, pulverización, o sumergido. Para fines de separación, el disolvente preferentemente se mantiene a una temperatura en el intervalo de 5 a 100 °C, más preferentemente 10 a 90 °C y lo más preferentemente 15 a 80 °C. El tiempo de contacto durante la separación preferentemente varía de 1 a 600 s, más preferentemente de 10 a 540 s y, lo más preferentemente, de 20 a 480 s.

En la Figura 2g se muestra un sustrato de célula solar que comprende una base de chapado con textura (202) y la primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207). La primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207) muestra una distribución homogénea del espesor satisfactoria.

Las dimensiones típicas, en términos de anchura de la línea conductora de una primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207), preferentemente varían de 1 a 500 µm, más preferentemente de 5 a 250 µm y, lo más preferentemente, de 5 a 150 µm.

En otra realización de la presente invención (Figura 3), se deposita una segunda capa resistente (208) sobre la primera capa de metal o de aleación metálica (206) después de la etapa (iv) y se le da textura para formar segundas aberturas (209), que tienen la misma posición xy (solapamiento de la primera capa resistente con textura (203) y la segunda capa resistente con textura (208)) que las primeras aberturas (204) (Figura 3b). La segunda capa resistente (208) puede ser un material resistente líquido, un material resistente imprimible o un material resistente de película seca que puede depositarse y darse textura por métodos convencionales, como en el caso de la primera capa resistente (203).

A continuación, se deposita una segunda capa de metal o de aleación metálica (210) en las segundas aberturas (209) (Figura 3c). La segunda capa de metal o de aleación metálica (210) preferentemente puede soldarse y/o unirse a la capa de metal o de aleación metálica seleccionada del grupo que consiste en estaño, aleaciones de estaño tal como aleaciones de estaño-plata y plata. La segunda capa de metal o de aleación metálica (210) preferentemente se deposita por un método seleccionado de chapado por inmersión, chapado no electrolítico y electrochapado.

La segunda capa resistente (208) se separa después por métodos conocidos en la técnica (Figura 3d). Estas porciones de la primera capa de metal o de aleación metálica (206), que se metalizaron sobre la capa de siembra conductora (205) encima de la primera capa resistente con textura (203), se retiran por decapado. La segunda capa de metal o de aleación metálica (210) sirve como un material resistente al decapado durante la retirada de la primera capa de metal o de aleación metálica (206). De esta manera, preferentemente, no se requiere una capa resistente adicional u otro tipo de material resistente al decapado en esta etapa.

La capa de siembra conductora (205) y la primera capa resistente con textura (203) se retiran después de la misma manera, como ya se ha descrito para la etapa (vi).

En esta realización de la presente invención (Figura 3e) se obtiene una primera capa de aleación de metal o de aleación metálica con textura (207) con una segunda capa de metal o de aleación metálica (210) encima de dicha primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207). Más preferentemente, la primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207) es de cobre o de aleación de cobre y la segunda capa de metal o de aleación metálica (210) es de estaño o de aleación de estaño.

En otra realización más de la presente invención, mostrada en la Figura 4, se deposita una segunda capa resistente (208) sobre la primera capa de metal o de aleación metálica (206) después de la etapa (v) y se le da textura para proporcionar segundas aberturas (209) que tienen la misma posición xy que las primeras aberturas (204) (solapamiento de la primera capa resistente con textura (203) y la segunda capa resistente con textura (208)) (Figura 4b).

La segunda capa resistente (208) puede seleccionarse a partir de materiales resistentes líquidos, materiales resistentes imprimibles y materiales resistentes de película seca, y puede depositarse y darse textura por métodos convencionales.

A continuación, se deposita una segunda capa de metal o de aleación metálica (210) en las segundas aberturas (209). La segunda capa de metal o de aleación metálica (210) preferentemente es una capa soldable seleccionada del grupo que comprende estaño, aleaciones de estaño tales como aleaciones de estaño-plata, y plata. La segunda capa de metal o de aleación metálica (210) preferentemente se deposita por un método seleccionado de chapado por inmersión, chapado no electrolítico y electrochapado.

La segunda capa resistente con textura (208) se separa entonces por métodos conocidos en la técnica (Figura 4d).

La capa de siembra conductora (205) y la primera capa resistente con textura (203) se retiran después de la misma manera que ya se ha descrito para la etapa (vi) y la etapa (vii), respectivamente.

En esta realización de la presente invención (Figura 4e) se obtiene una primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207) con una segunda capa de metal o de aleación metálica soldable (210) encima de dicha primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207). Más preferentemente, la primera capa metal o de aleación metálica con textura (207) es de cobre o de aleación de cobre y la segunda capa de metal o de aleación metálica (210) es de estaño o de aleación de estaño.

En otra realización más de la presente invención, una primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207), preferentemente de cobre o de aleación de cobre, se reviste adicionalmente con un conservante de la soldabilidad orgánico (OSP) después de la etapa (v), poniendo en contacto el sustrato de célula solar con una composición líquida que comprende un azol tal como bencimidazol (BTA). En el caso de estaño o aleaciones de estaño como la primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207), el OSP preferentemente comprende un compuesto de fosfonato u organofosfonato. El revestimiento de OSP se denomina en este documento capa de encapsulación (211). Esta realización se ilustra en la Figura 5, en la que un sustrato de célula solar obtenido en la etapa (v) se muestra en la Figura 5a y el mismo sustrato revestido con una capa de encapsulación (211) se muestra en la Figura 5b.

En otra realización más de la presente invención, una primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207), preferentemente de cobre o de aleación de cobre, se reviste adicionalmente con una capa de encapsulación (211) que comprende un metal soldable o una aleación de metal soldable después de la etapa (v). Tal metal soldable o aleación de metal soldable puede ser una capa de estaño, una capa de aleación de estaño, tal como una capa de aleación de estaño-plata, o una capa de plata. Esta capa de encapsulación soldable (211) puede depositarse por chapado no electrolítico o por chapado de tipo inmersión. Las composiciones del baño de chapado adecuadas y los métodos para depositar tal capa de encapsulación soldable (211) sobre una primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207) se conocen en la técnica. Esta realización se ilustra también en la Figura 5, en la que un sustrato de célula solar obtenido en la etapa (v) se muestra en la Figura 5a y el mismo sustrato en el que la primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207) está revestida con la capa de encapsulación soldable (211) se muestra en la Figura 5b.

Una primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207), seleccionada de cobre y aleaciones de cobre, puede someterse a un tratamiento de promoción de la adhesión antes de depositar un encapsulante polimérico, tal como acetato de etilvinilo (EVA) en una etapa de proceso posterior. Las composiciones acuosas adecuadas para dicho tratamiento de promoción de la adhesión pueden comprender un ácido, tal como ácido sulfúrico, un oxidante, tal como peróxido de hidrógeno y un compuesto de azol. Otras composiciones acuosas adecuadas comprenden iones hidróxido e iones hipoclorito.

REIVINDICACIONES

1. Un método de metalización de un sustrato de célula solar (201) que comprende, en este orden, las etapas de
  - 5 (i) proporcionar un sustrato de célula solar (201) que tiene una base de chapado (202) sobre al menos una parte de una superficie de dicho sustrato (201),
  - (ii) depositar una primera capa resistente (203) sobre todo el sustrato (201), incluyendo los bordes y las paredes laterales de dicho sustrato (201), y dar textura a dicha primera capa resistente (203) y formar así primeras aberturas (204) que exponen al menos una parte de la base de chapado (202),
  - 10 (iii) formar una capa de siembra conductora (205) encima de la primera capa resistente con textura (203) y sobre aquellas partes de la base de chapado que están expuestas por las primeras aberturas (204),
  - (iv) electrochapar una primera capa de metal o de aleación metálica (206) sobre la capa de siembra conductora (205) formada en la etapa (iii),
  - 15 (v) decapar una cantidad de la primera capa de metal o de aleación metálica (206) suficiente para retirar la primera capa de metal o de aleación metálica (206) de la primera capa resistente con textura (203), dejando una primera capa de metal o de aleación metálica con textura (206) en las primeras aberturas (204),
  - (vi) decapar la capa de siembra conductora (205) de la primera capa resistente con textura (203), y
  - (vii) retirar la primera capa resistente con textura (203).
- 20 2. El método de metalización de un sustrato de célula solar (201) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la base de chapado (202) se selecciona del grupo que consiste en silicio dopado, siliciuros metálicos, una o más capas finas de metal o de aleación metálica y óxidos conductores transparentes, con la condición de que los siliciuros metálicos solo se seleccionen para sustratos de célula solar basados en silicio.
- 25 3. El método de metalización de un sustrato de célula solar (201) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera capa resistente (203) comprende uno o más de acrilatos, copolímero de etileno/etilacrilato, copolímero de etileno/metacrilato, copolímero de etileno/ácido acrílico, copolímero de etileno/butilacrilato, polimetilpenteno y polimetilmetacrilato .
- 30 4. El método de metalización de un sustrato de célula solar (201) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la primera capa resistente (203) comprende además una carga seleccionada del grupo que consiste en borato de aluminio, óxido de aluminio, trihidróxido de aluminio, antracita, antimonato sódico, pentóxido de antimonio, trióxido de antimonio, apatita, atapulgita, metaborato de bario, sulfato de bario, sulfato de estroncio, titanato de bario, bentonita, óxido de berilio, nitruro de boro, carbonato de calcio, hidróxido de calcio, sulfato de calcio, negro de humo,
- 35 arcilla, cristobalita, tierra de diatomeas, dolomita, ferritas, feldespatos, perlas de vidrio, grafito, silicato de calcio hidratado, óxido de hierro, caolín, litopón, óxido de magnesio, mica, disulfuro de molibdeno, perlita, cargas poliméricas tales como PTFE, PE, poliimida, piedra pómez, pirofilita, partículas de caucho, sílice pirógena, sílice fundida, sílice precipitada, sepiolita, cuarzo, arena, harina de pizarra, talco, dióxido de titanio, vermiculita, harina de madera, wollastonita, zeolitas, borato de cinc, óxido de cinc, estannato de cinc, sulfuro de cinc, fibras de aramida,
- 40 fibras de carbono, fibras de celulosa y fibras de vidrio, y mezclas de las mismas.
5. El método de metalización de un sustrato de célula solar (201) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de siembra conductora (205) se forma por chapado no electrolítico de un metal o una aleación metálica.
- 45 6. El método de metalización de un sustrato de célula solar (201) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de siembra conductora (205) se selecciona del grupo que consiste en cobre, aleaciones de cobre, níquel, aleaciones de níquel, cobalto y aleaciones de cobalto.
- 50 7. El método de metalización de un sustrato de célula solar (201) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera capa de metal o de aleación metálica (206) se selecciona del grupo que consiste en cobre, aleaciones de cobre, níquel, aleaciones de níquel, estaño, aleaciones de estaño, plata y aleaciones de plata.
8. El método de metalización de un sustrato de célula solar (201) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se deposita una segunda capa de metal o de aleación de metal (210) entre las etapas (iv) y (v) en las segundas aberturas (209) formadas por una segunda capa resistente (208) formada sobre al menos una parte de la primera capa de metal o de aleación metálica (206).
- 55 9. El método de metalización de un sustrato solar (201) de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la segunda capa de metal o de aleación metálica (210) se selecciona de estaño, aleaciones de estaño y plata.
- 60 10. El método de metalización de un sustrato de célula solar (201) de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 7, en el que se deposita una segunda capa de metal o de aleación metálica (210) entre las etapas (v) y (vi) en las segundas aberturas (209) formadas por una segunda capa resistente (208) formada sobre al menos una parte de la primera capa de metal o de aleación metálica (206).
- 65

11. El método de metalización de un sustrato de célula solar (201) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la segunda capa metal o de aleación metálica (210) se selecciona de estaño, aleaciones de estaño y plata.

5 12. El método de metalización de un sustrato de célula solar (210) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se deposita una capa de encapsulación (211) sobre la primera capa de metal o de aleación metálica con textura (207) después de la etapa (v).

10 13. El método de metalización de un sustrato de célula solar de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la capa de encapsulación (211) se selecciona del grupo que comprende azol y derivados del mismo, compuestos de organofosfato, compuesto de organofosfonato, estaño, aleaciones de estaño y plata.

Fig. 1

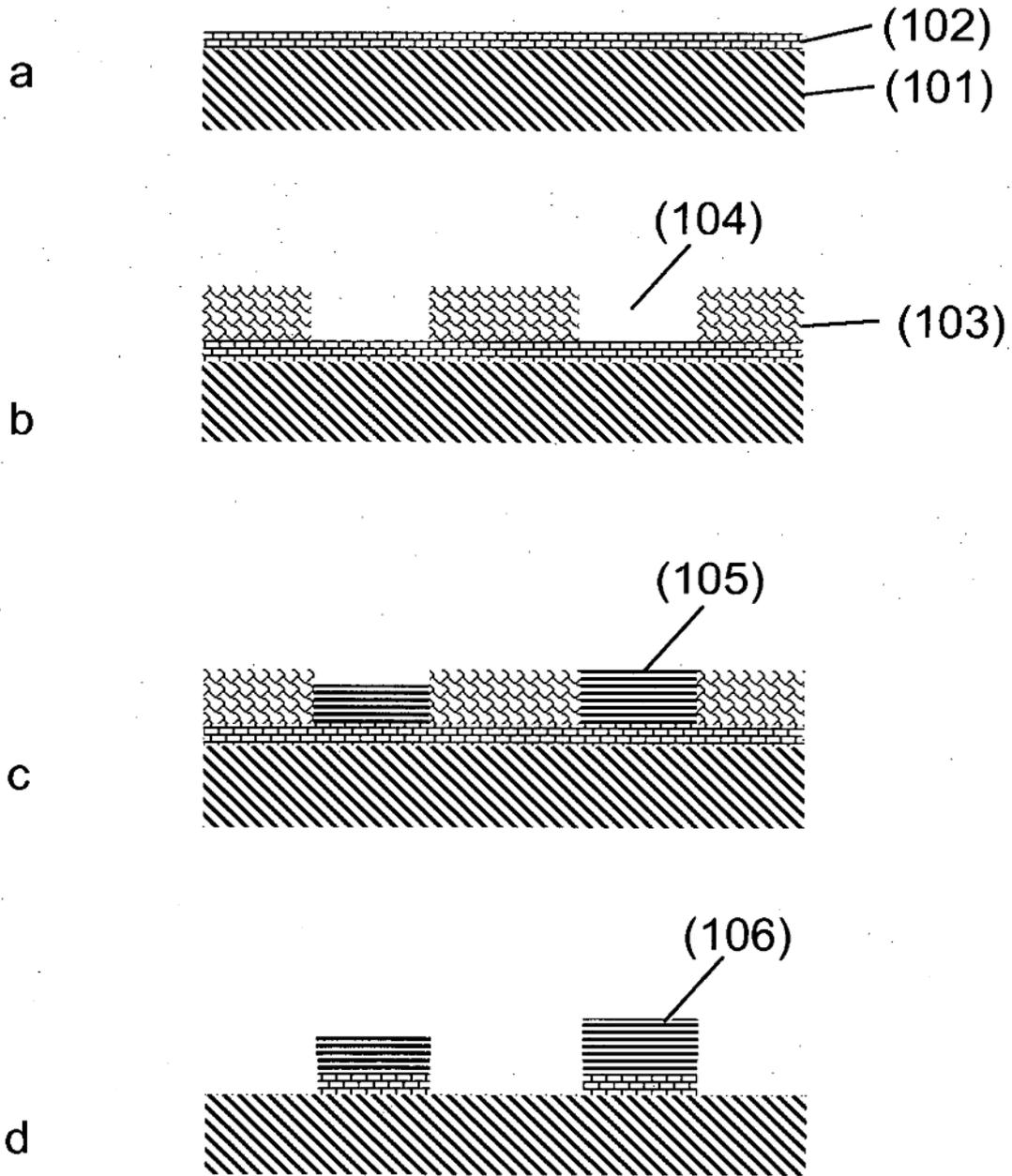


Fig. 2

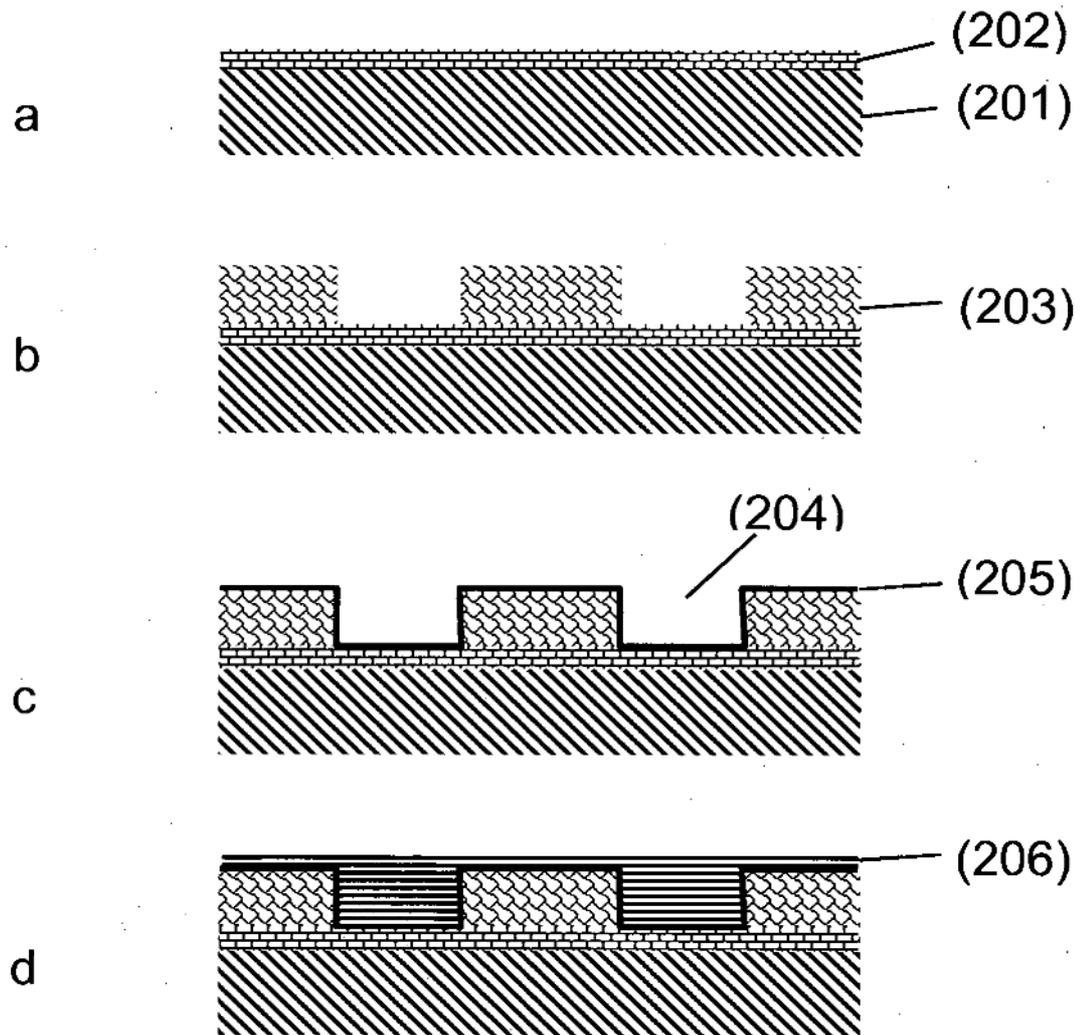


Fig. 2 (continuación)

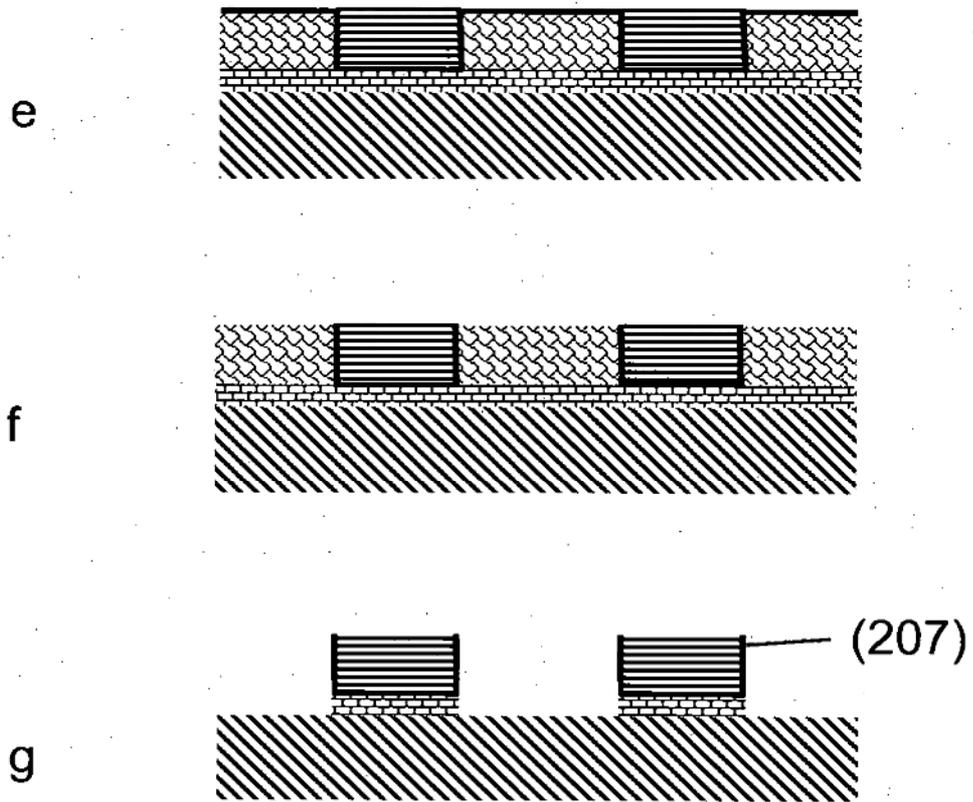


Fig. 3

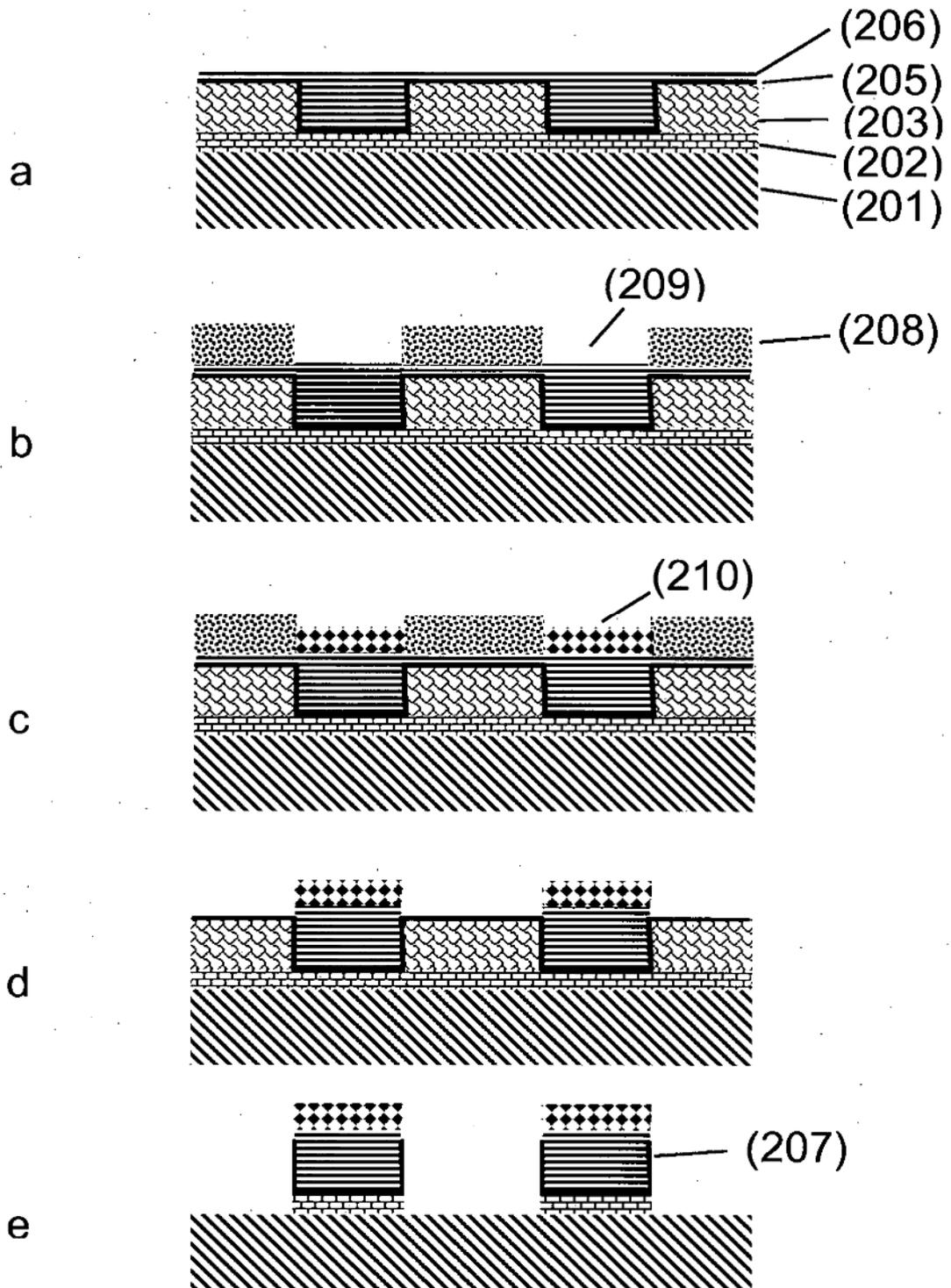


Fig. 4

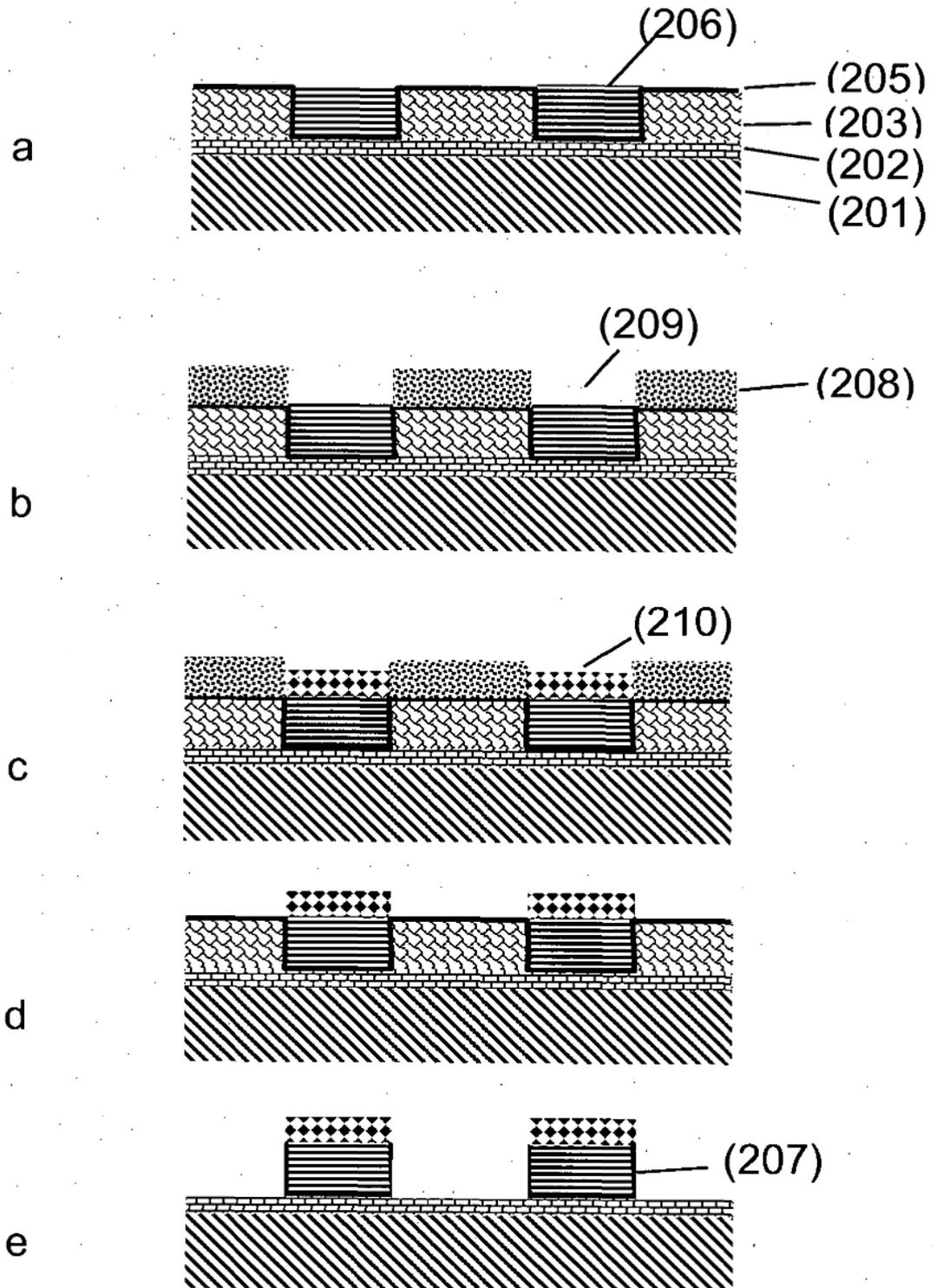


Fig. 5

