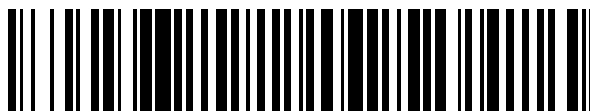


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 124**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/046 (2014.01)

H01L 31/0747 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.07.2015 PCT/DE2015/100309**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2016 WO16012007**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2015 E 15756340 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 3172768**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio**

30 Prioridad:

22.07.2014 DE 102014110262

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

20.02.2019

73 Titular/es:

**HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN FÜR
MATERIALIEN UND ENERGIE GMBH (100.0%)
Hahn-Meitner-Platz 1
14109 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**RING, SVEN;
WEIZMAN, MOSHE;
RHEIN, HOLGER;
SCHULTZ, CHRISTOF;
FINK, FRANK;
GALL, STEFAN y
SCHLATMANN, RUTGER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 701 124 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

Procedimiento de fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto trasero para una célula solar de capa fina de silicio, con una unión formada por una capa de absorción de silicio y una capa emisora, que presenta los pasos de procedimiento indicados en la reivindicación 1. Los procedimientos conocidos por el estado de la técnica para el empalme posterior de células solares de silicio basadas en plaquitas se fundamentan en la litografía, el enmascarado y en procedimientos "Lift-off", que, a causa de su complejidad, de su dificultad de manipulación y de las reducidas velocidades de tratamiento que se pueden alcanzar, no son apropiados para su empleo a nivel industrial para una aplicación en células solares de capa fina de gran tamaño.

10 En cambio, el uso de láseres para la fabricación de sistemas de contacto sí es adecuado para la producción de células solares de capa fina de gran tamaño. En el estado de la técnica se conocen diferentes pasos de proceso como la eliminación de material en forma de puntos o líneas, las modificaciones de material o el dopaje de láser mediante disparo de contactos.

15 Según el documento US 5,538,564 A, por ejemplo, se generan contactos p y n con una relación de aspecto grande en la capa activa de una célula solar mediante dotación por medio de un láser pulsado en una atmósfera de gas que contiene el agente dopante. Este láser se puede seleccionar de entre el grupo de láseres excimer, de colorante o YAG.

20 Otro paso importante para la realización de un sistema de contacto posterior para células solares de capa fina son las estructuras de contacto fabricadas con el láser, entre las que se encuentran especialmente agujeros en una capa aislante aplicada por la parte posterior, que son necesario para la unión de contactos metálicos y capas de células solares activas. En el documento DE 690 12 517 T2 se describe un procedimiento para la creación de agujeros de paso en una base de poliimida, en el que, mediante un láser de dióxido de carbono desenfocado de densidad de energía definida, se crean en una atmósfera que contiene oxígeno agujeros en un sustrato de poliimida, eliminándose después los residuos de poliimida por medio de ataque químico. En esta publicación se indican otros procedimientos conocidos de perforación con láser. En el caso del láser excimero se emplea la fotodescomposición con energía electromagnética en la gama UV del espectro, para romper los enlaces químicos del sustrato. Por medio de un láser de iones de argón, se introduce en el sustrato de poliimida una energía electromagnética que daña, pero que no descompone la película. A continuación, se lleva a cabo un paso de ataque con plasma, para retirar la poliimida dañada por la radiación. Sin embargo, como consecuencia de este paso de ataque químico se producen agujeros con diferentes diámetros o distintas formas de agujero, algo que no se desea. Si los agujeros se "perforan" con ayuda de un láser de dióxido de carbono, se producen cantidades considerables de residuos en forma de partículas sacadas por ablación, que a su vez se tienen que eliminar por medio de un paso de ataque químico.

35 En el procedimiento para la fabricación de estructuras transparentes y conductoras de alta resolución descrito en el documento DE 100 05 330 A1, la radiación láser actúa sobre las zonas seleccionadas de una capa no transparente ni conductora, por lo que el material de las zonas radiadas se convierte en material transparente y conductor. Una vez que se haya producido la transformación en un material transparente, la radiación láser puede actuar también sobre zonas más profundas de la capa. Después de la acción de la radiación láser se dispone de zonas transparentes y conductoras, así como de zonas no transparentes y aislantes, que presentan un comportamiento diferente ante el ataque químico, es decir, que son atacadas con una intensidad distinta, por lo que se produce una estructuración. En el procedimiento para el empalme de células solares descrito en el documento DE 10 2007 051 725 A1 se abre una capa de enmascarado para la conformación de estructuras estrechas por medio de radiación láser. Si se daña la superficie del sustrato, se incrementa allí la recombinación de los portadores de carga generados. Para eliminar estos daños, la superficie se decapa al agua fuerte y en plasma.

45 En el documento DE 199 15 666 A1 se describe un procedimiento para el empalme selectivo de células solares, especialmente para el empalme de la capa emisora y/o de base de la célula solar. Un rayo láser se dirige sobre un conjunto de microlentes ópticas, cuyos puntos de enfoque se encuentran en la zona de una capa dieléctrica que cubre la superficie a contactar eléctricamente de la célula solar. Debido a la exposición, en los puntos de enfoque se elimina material hasta dejar la superficie a contactar eléctricamente al descubierto. A continuación, se produce un metalizado de la superficie descubierta través de la capa dieléctrica.

50 Según el documento DE 10 2009 057 881 A1 también se crean estructuras por medio de radiación láser. En este caso se aplica una capa que absorbe la radiación láser a una capa transparente a la radiación láser. Mediante la radiación láser se eliminan zonas locales en la capa absorbente y a continuación se eliminan las zonas ahora descubiertas de la capa transparente en un paso de ataque químico.

55 En el documento WO 03/019674 A1 se describe, en relación con una conexión en serie de las células solares en un módulo por toda la superficie de un módulo de células solares, la creación directa mediante perforación láser de agujeros de contacto a través de una o varias capas hasta la capa emisora o la capa absorbente. Una de las capas es una capa aislante formada por dos capas parciales, siendo a su vez una de las capas parciales una capa de resina sintética.

Por el documento WO 2010/012259 A2 se conoce la fabricación de una célula solar de capa fina de silicio de heterounión, en la que los contactos para el emisor y el absorbedor alcanzan profundidades distintas y se encuentran en agujeros se extienden con un aislamiento lateral y en la que los contactos pueden estar compuestos por capas de TCO.

5 M. Weizmann et al. (Efficiency and stability enhancement of lasercrystallized polycrystalline silicon thin-film solar cells by laser firing of the absorber contacts, Solar Energy Materials and Solar Cells, Tomo 120, 2013, págs. 521 - 525) revela un procedimiento en el que se emplea el disparo láser (laser firing) en células solares de capa fina de silicio policristalinas, en los contactos posteriores de la célula solar, para estabilizarla. El disparo por láser se produce en
10 múltiples impulsos por debajo del umbral de ablación, produciéndose una aleación de silicio y aluminio de granulado fino, que da lugar a una estabilidad en comparación mayor.

M. Green et. al. ha describe en Solar Energy 77, 2004, págs. 857- 863 un procedimiento para la fabricación de un contacto posterior para células solares de capa fina policristalinas. En una capa aislante de resina sintética se aplica sucesivamente, en un proceso de dos fases, por medio de un proceso de inyección - compresión, una solución decapante en las zonas en las que se pretende perforar los agujeros de contacto hasta la capa absorbente o hasta
15 la capa emisora mediante ataque químico. En el documento US 7,585,781 B2 este procedimiento se indica de forma detallada, describiéndose especialmente el aislamiento de los cantos descubiertos de la capa emisora por medio de un proceso „Reflow“ del material de la capa aislante. La invención parte de este estado de la técnica. De forma complementaria se menciona la solicitud WO con el número de publicación WO 2005/024927 A1, en la que se basa la patente estadounidense, y en la que se elimina una capa aislante orgánica, entre otros métodos, mediante
20 ablación por láser, antes de corroer los agujeros hasta la capa absorbente de silicio. Igualmente se conoce por este documento el empleo de técnicas fotográficas, en las que no se emplea ningún láser.

El objetivo de la invención es el de proponer otro procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio, que garantice una excelente precisión de posicionamiento y fiabilidad, que sea escalable y que evite un deterioro de la capa emisora. Se pretende que el procedimiento se
25 pueda utilizar perfectamente en un proceso de fabricación uniforme para células solares de capa fina.

La tarea se resuelve por medio de un procedimiento del tipo inicialmente indicado según la reivindicación 1. Las formas de realización de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención, antes de la aplicación de la capa aislante orgánica sobre la capa emisora se aplica una capa de TCO. Los agujeros para los contactos hacia la capa absorbente de silicio en la capa aislante se realizan
30 practicando en primer lugar, en las futuras zonas de los contactos hacia la capa absorbente de silicio, con un láser UV pulsado, unas marcas en la capa aislante orgánica, sin eliminar el material de forma continua. Estas marcas se abren a continuación en al menos un paso de ataque químico al agua fuerte selectivo y de gran superficie a través de la capa emisora hasta la capa absorbente de silicio. A continuación, se perforan los agujeros para los contactos hacia la capa emisora en la capa aislante, aplicando en las futuras zonas de los contactos hacia la capa emisora, de
35 nuevo con un láser UV pulsado, marcas que después se abren en un paso de ataque químico al agua fuerte selectivo y de gran superficie hasta la capa de TCO. Se hace constar que, al contrario que en el estado de la técnica para la fabricación de contactos en forma de puntos, todos los pasos de ataque químico se realizan en superficies grandes, con lo que su manipulación resulta más sencilla.

El procedimiento según la invención, en el que los agujeros de contacto a través de la capa aislante orgánica hacia
40 la capa emisora o la capa absorbente, se producen mediante marcado por láser y un paso de ataque químico posterior es, en comparación con el estado de la técnica que emplea el procedimiento conocido de inyección - compresión de los agujeros de contacto, más seguro y exacto. El empleo de un láser en el procedimiento según la invención simplifica también su utilización en pasos posteriores del procedimiento sin dificultades de alineación / posicionamiento, por ejemplo, para el dopaje de los contactos puntiformes para la capa absorbente por medio de
45 “laser firing”. De este modo es posible realizar con un láser todos los pasos de estructuración o tratamientos locales del material para la fabricación de un sistema de contactos puntiformes, comenzando con la separación de las células solares. Por esta razón, un sistema de contacto fabricado por el procedimiento según la invención es un “All-by-Laser Point-Contact-Scheme” (ALPS).

Otra ventaja del procedimiento según la invención se puede ver en su aplicación en células solares hetero de capa
50 fina, siendo la separación energética de los dos materiales que forman la hetero-unión distinta y reaccionando el emisor amorfo fino de una célula solar hetero de capa fina de este tipo de manera mucho más sensible al calor inducido por láser que el emisor de una célula solar de homojunta, entendiéndose por homojunta un paso desde un material conductor p y un material conductor n con la misma separación energética. Gracias a la reducida fluencia del láser, con la que los agujeros de contacto no se abren por completo en el procedimiento según la invención, y a la disposición de una capa de bloqueo de ataque químico, el emisor se protege contra daños.
55

En una forma de realización se prevé que el láser UV pulsado presenta para la creación de marcas sin eliminación continua de material en la capa aislante, para la formación de los agujeros de contacto hacia la capa absorbente y la
60 capa emisora, una fluencia de láser acumulada de 5 J/cm² a 50 J/cm². El valor de la fluencia del láser depende, entre otros aspectos, del grosor de capa, de la temperatura ambiente, de la composición de los materiales de las capas, así como de la duración de los impulsos y de la longitud de onda del láser empleado.

También es posible el empleo de un láser IR y de un láser en la gama de longitud de ondas visible, para aplicar las marcas para los agujeros de contacto en la capa aislante orgánica.

En una forma de realización de la invención se prevé que como material para la capa de TCO, que sirve de la capa de bloqueo de ataque químico, que se emplee ZnO o ITO con un grosor de 50 nm a 500 nm.

- 5 En otra forma de realización se utiliza como capa absorbente de silicona una capa de silicio policristalina recristalizada mediante un rayo de electrones con un grosor de 2 μm a 40 μm . El perfil de rayo, tanto del láser como del rayo de electrones, es lineal para poder recristalizar una superficie lo más grande posible.

- 10 Las siguientes formas de realización se refieren a la capa emisora, para la que se emplea una capa de silicio amorfa con un grosor de 5 nm a 50 nm o una capa de silicio recristalizada con un grosor de 0,1 μm a 2 μm , también se puede utilizar un material orgánico para la creación de la capa emisora, dado que durante el procedimiento según la invención, y debido a la poca fluencia del láser, con la que los agujeros de contacto no se abren por completo en el procedimiento según la invención, y a la disposición de una capa de bloqueo de ataque químico, la capa emisora se protege contra daños.

Las formas de realización de la capa absorbente son las siguientes:

- 15 En una primera forma de realización se emplea silicio p-conductor y se realiza, como paso del procedimiento para el dopaje selectivo de los agujeros de contacto del absorbedor, un disparo de aluminio mediante láser.

- 20 Una segunda forma de realización prevé que como material para la capa absorbente se emplee silicio n-conductor y, como paso del procedimiento para el dopaje selectivo de los agujeros de contacto del absorbedor, procesos de disparos de fósforo o antimonio por láser. Los agentes dopantes se pueden precipitar junto con la plata empleada como capa conductora, o se aplica a una capa de plata ya precipitada una capa que contiene estas sustancias y a continuación se dispara con láser.

- 25 Con al menos un paso de ataque químico selectivo se abren en primer lugar, según la invención, las marcas de láser para la creación de los agujeros de contacto hacia la capa absorbente de silicio y hacia la capa emisora en la capa aislante orgánica. Se emplea una solución de KOH al 1,5 %, aproximadamente, que actúa durante un espacio de tiempo de uno a 10 min sobre las marcas de láser.

- 30 La capa de TCO abierta por al menos un paso de ataque químico selectivo al agua fuerte en las zonas de las marcas de láser se elimina, según la invención, en al menos otro paso de ataque químico con una solución de HF, decapándose después la capa emisora descubierta por medio de KMnO_4 en una solución de HF hasta la profundidad necesaria. Para la capa aislante orgánica aplicada a la capa emisora se emplea en otra forma de realización una capa de pintura blanca que sirve al mismo tiempo como capa reflectante. Esta capa de pintura se puede aplicar, por ejemplo, mediante un recubrimiento por pulverización, recubrimiento por inmersión o por medio de un procedimiento de serigrafía.

Entra la capa absorbente de Si y la capa emisora se dispone, en otra forma de realización, una capa de Si intrínseca amorfa como capa de pasivación.

- 35 Ejemplo de realización

La invención se explica en el siguiente ejemplo de realización de forma más detallada a la vista de las figuras. Se muestra en las

Figuras 1a a 1d la sucesión esquemática de distintos pasos del procedimiento según la invención;

Figura 2a una imagen de microscopio electrónico de barrido de una marca de láser en la capa de pintura;

- 40 Figura 2b una imagen de microscopio electrónico de barrido después del ataque químico de estas marcas en la capa de pintura.

- 45 Se parte de un conjunto de capas que presenta una capa absorbente p-Si 3 plana policristalina, de 10 μm de grosor precipitada por medio de un procedimiento PECVD y recristalizada a continuación vía rayo láser o rayo de electrones (brecha de banda: 1,1 eV) en un sustrato de vidrio 1 (grosor 3,3 mm), pasivada con una capa de i-a-Si de 13 nm de grosor, sobre la que se aplica una capa emisora 4 a-Si n-dopada de 13 nm de grosor (brecha de banda de la capa emisora: 1,8 eV) con una capa de ZnO dotada de Al 5 con un grosor de 300 nm.

Para los pasos de procedimiento a llevar a cabo en este conjunto de capas con un láser se emplea un láser Vanadate-ns pulsado dotado de Nd ($\lambda = 532 \text{ nm}$) y un láser de cuerpo sólido YAG-ps dotado de Nd ($\lambda = 1064 \text{ nm}$, 355 nm).

- 50 En el primer paso de procedimiento se define el tamaño de la célula solar escribiendo las líneas de aislamiento L1 por medio de un láser ps de IR (fluencia de pulsaciones de aprox. 3,9 J/cm²) y un solapamiento de spots del 80 %, aproximadamente desde el lado del sustrato (Fig. 1a). A continuación, se aplica una capa de pintura blanca 6 de 5 μm de grosor, en este ejemplo Novolac 150 en una mezcla con nanopartículas de TiO_2 (proporción 5 : 1), mediante recubrimiento por rotación, a la capa de ZnO:Al 5 y se marcan los agujeros de contacto KA para la capa absorbente 3 con ayuda de un láser UV L2. El láser presenta una fluencia de láser acumulada de aprox. 20 J/cm² con un grosor predeterminado de la capa de pintura y del dispositivo láser empelado. En el siguiente paso estas zonas marcadas
- 55

5 en la capa de pintura 6 se abren mediante ataque químico hasta la capa de ZnO:Al 5, por ejemplo, con una solución de KOH al 1,5 %. El posterior decapado de la capa de ZnO-Al 5 se produce por medio de una solución de HF al 5 % durante 60 s, aproximadamente, y el de la capa emisora con una solución de HF al 1 %, que contiene un 0,01 % de KMnO₄ disuelto, durante unos 10 s (Fig. 1b). A continuación, se procede al marcado de los agujeros de contacto KE para la capa emisora 4, de nuevo por medio de un láser ps-UV L3 y aprox. 20 J/cm² de fluencia de láser acumulada, seguido por otro paso de ataque químico (KOH), como se ha descrito antes, que abre la capa de pintura hasta la capa de ZnO-Al 5. En este estado el conjunto de capas se introduce en una atmósfera de vapor de un disolvente, con lo que la pintura de la capa 6 se ablanda y fluye a través de los cantos de los agujeros de contacto KA, KE entrando en los mismos (no representado en la figura). De este modo la capa emisora 4 se aísla frente a los agujeros de contacto KA que la atraviesan hacia la capa absorbente 3 (Fig. 1c). En el siguiente paso de procedimiento se aplica una capa de aluminio 7 de 100 nm de grosor a toda la superficie de la capa de pintura 6 provista de los agujeros de contacto KA, KE. Ésta se separa después mediante corte por láser L4 con un láser UV en la respectiva célula en zonas con agujeros de contacto KE para la capa emisora 4 y en zonas con agujeros de contacto KA para la capa absorbente 3 (Fig. 1d). Así se puede realizar una conexión en serie que abarca todas las células. El último paso de procedimiento representado y realizado con un láser muestra el dopaje L5 de los agujeros de contacto del absorbedor KA con aluminio por medio de un láser ns (también en la Fig, 1d).

20 En la figura 2a, una imagen de REM, se puede reconocer un círculo marcado generado en la capa de pintura por medio de láser ps-UV (con una fluencia de láser acumulada de aprox. 20 J/cm²). Para la comparación de tamaños se representa una línea de 10 µm en la misma imagen. La figura 2b muestra esta parte de la capa después del paso de ataque químico con KOH. Se puede ver que la zona marcada para el agujero de contacto se ha eliminado.

Lista de referencias

- 1 Sustrato
- 2 Capa aislante
- 25 3 Capa absorbente de Si
- 4 Capa emisora
- 5 Capa de ZnO-Al
- 6 Capa de pintura
- 7 Capa de Al
- 30 KA Agujeros de contacto del absorbedor
- KE Agujeros de contacto del emisor
- L1 Escritura con láser de líneas de aislamiento
- L2 Marcado con láser de KA
- L3 Marcado con láser de KE
- 35 L4 Corte con láser de la capa de Al
- L5 Dopaje de láser de KA

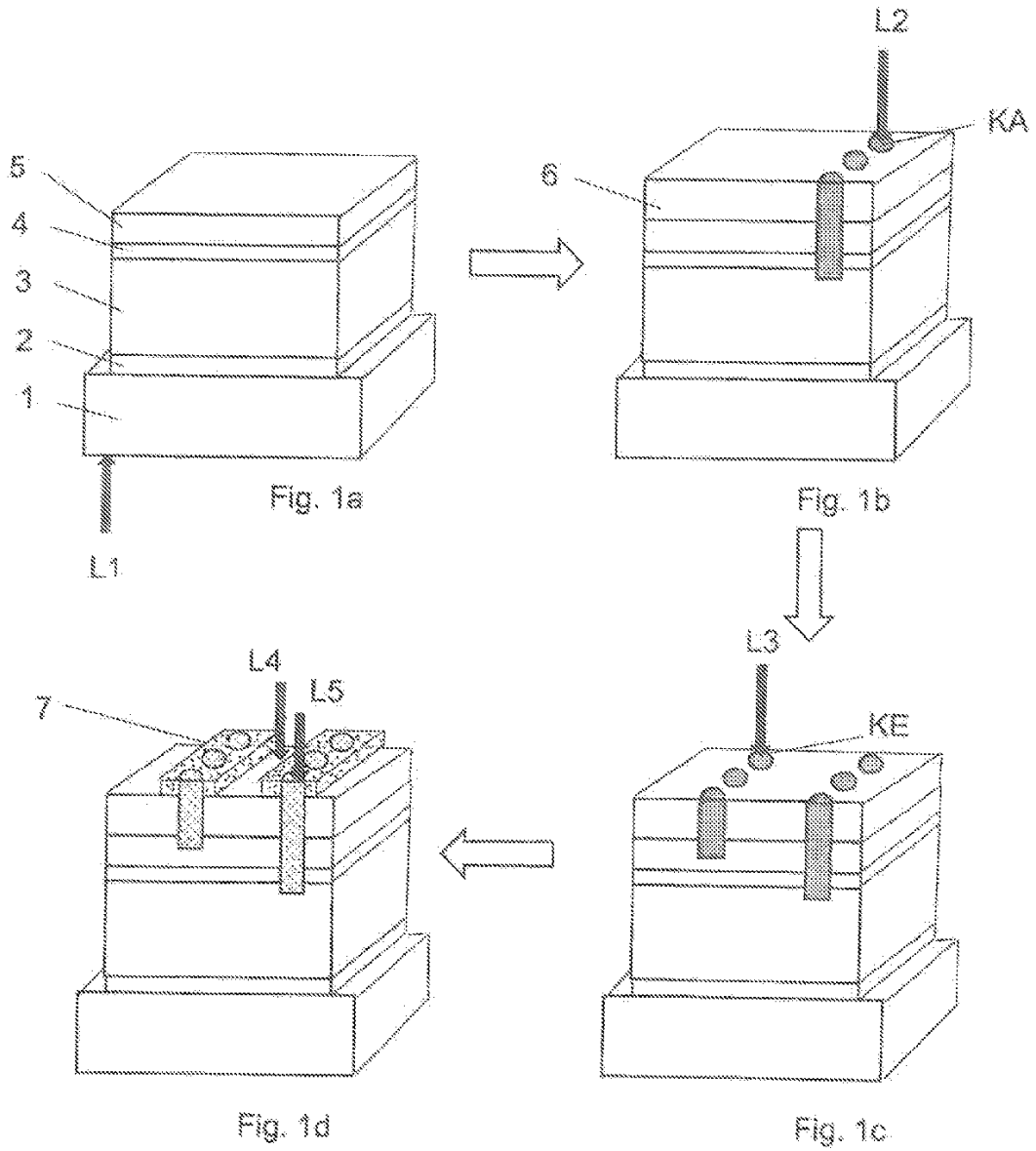
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio, con una unión pn formada por una capa absorbente de silicio (3) y una capa emisora (4), que presenta al menos los
- 5 pasos de procedimiento de
- aplicación de una capa de TCO (5) a la capa emisora (4),
 - aplicación de una capa aislante orgánica (6) a la capa de TCO (5),
 - después, creación de agujeros de contacto (L2, L3) en la capa aislante hasta la capa absorbente (KA) y la capa emisora (KE), para lo que
- 10 - los agujeros para los contactos con la capa absorbente (KA) se practican en la capa aislante realizando en primer lugar, en las futuras zonas de los contactos hacia la capa absorbente de silicio (KA) en la capa aislante orgánica (6) y con ayuda de un láser UV pulsado, unas marcas sin eliminación continua de material y decapando estas marcas a continuación en al menos un ataque químico selectivo al agua fuerte primero hasta la capa de TCO (5), que sirve de
- 15 capa de bloqueo de ataque químico, y después, en al menos otro paso de ataque químico, a través de la capa emisora (4) hasta la capa absorbente de silicio (3),
- realizando a continuación en la capa aislante orgánica (6), con un láser UV pulsado, marcas sin eliminación continua de material que después se decapan en un paso de ataque químico al agua fuerte hasta la capa de TCO (5), que sirve de capa de bloqueo de ataque químico, como contactos hasta la capa emisora (KE) y
 - acto seguido, aislamiento de los agujeros de contacto, de manera que la capa emisora (4) esté aislada frente a la
- 20 capa absorbente (3) en los agujeros de contacto (KA),
- después aplicación de una capa de material con un punto de fusión bajo (7) para la formación de contactos n y p en los agujeros de contacto (KA, KE),
 - separación de la capa metálica (7) en zonas de contacto n y p mediante corte por láser (L4)
 - y después dopaje selectivo (L5) de los agujeros realizados para los contactos respecto a la capa absorbente de Si
- 25 (KA).
2. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según la reivindicación 1, caracterizado por que el láser UV pulsado para la producción de las marcas sin eliminación continua de material en la capa aislante (6) para la creación de agujeros de contacto hacia las capas absorbente y emisora (KA, KE) presenta una fluencia de láser de 5 J/cm² a 50 J/cm².
- 30
3. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según la reivindicación 1, caracterizado por que como material para la capa de TCO (5), que sirve de capa de bloqueo de ataque químico, se emplea ZnO dotado de aluminio o ITO con un grosor de 50 nm a 500 nm.
- 35
4. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según la reivindicación 1, caracterizado por que como capa absorbente de silicio (3) se emplea una capa de silicio policristalina recristalizada por medio de láser o de un rayo de electrones con un grosor de 2 µm a 40 µm.
- 40
5. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según la reivindicación 1, caracterizado por que como capa emisora (4) se emplea una capa de silicio amorfa con un grosor de 5 nm a 50 nm.
- 45
6. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según la reivindicación 1, caracterizado por que como capa emisora (4) se emplea una capa de silicio con un grosor de 0,1 µm a 2 µm.
- 50
7. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que como material para la capa absorbente (3) se emplea silicio n-conductor y como paso de procedimiento para el dopaje selectivo de los agujeros de contacto del absorbedor (L5) se lleva a cabo un disparo de aluminio mediante láser.
- 55
8. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según al menos una de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, caracterizado por que como material para la capa absorbente (3) se emplea silicio n-conductor y como paso de procedimiento para el dopaje selectivo de los agujeros de contacto del absorbedor (L5) se lleva a cabo un disparo de fósforo o antimonio mediante láser.
9. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según la reivindicación 1, caracterizado por que en al menos un paso de ataque químico selectivo al agua fuerte las

ES 2 701 124 T3

marcas de láser para la creación de los agujeros de contacto hacia la capa absorbente de silicio (KA) y la capa emisora (KE) se decapan en una solución de KOH al 1,5 % durante un tiempo de hasta 10 min.

- 5 10. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según la reivindicación 1, caracterizado por que la capa de TCO (5) abierta por al menos un paso de ataque químico selectivo al agua fuerte se elimina en las zonas de las marcas de láser, en al menos otro paso de ataque químico, con una solución de HF por completo, eliminándose después la capa emisora (4) descubierta por medio de KMnO_4 en una solución de HF hasta la profundidad necesaria.
- 10 11. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según la reivindicación 1, caracterizado por que para la capa aislante orgánica (6) aplicada sobre la capa emisora (4) se emplea una capa de pintura blanca que sirve al mismo tiempo como capa reflectora.
- 15 12. Procedimiento para la fabricación de un sistema de contacto posterior para una célula solar de capa fina de silicio según la reivindicación 1, caracterizado por que entre la capa absorbente de Si (3) y la capa emisora (4) se dispone una capa de pasivación de Si intrínseca amorfa.



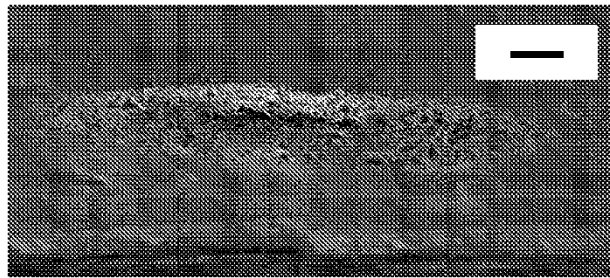


Fig. 2a



Fig. 2b