

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 611**

51 Int. Cl.:
H01L 31/068 (2012.01)
H01L 31/0224 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08716040 .4**
96 Fecha de presentación: **26.02.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2135300**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.12.2009**

54 Título: **Método para producir una célula solar así como célula solar producida mediante este método**

30 Prioridad:
08.03.2007 DE 102007012277

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2012

73 Titular/es:
**GEBR. SCHMID GMBH & CO.
ROBERT-BOSCH-STRASSE 32-34
72250 FREUDENSTADT, DE**

72 Inventor/es:
**SCHMID, Christian y
HABERMANN, Dirk**

74 Agente/Representante:
Tomas Gil, Tesifonte Enrique

ES 2 380 611 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 para producir una célula solar así como célula solar producida mediante este método

Campo de aplicación y estado de la técnica

5 [0001] La invención se refiere a un método para la producción de una célula solar con una capa de BSF (Campo de la Superficie Trasera), en el que la célula solar está constituida con ventaja de silicio o bien de un sustrato de silicio, así como a una célula solar producida con tal método.

10 [0002] La producción de una célula solar convencional incluye la secuencia de etapas de proceso, que se representan a continuación en forma abreviada. Como base sirven la mayoría de las veces pastillas de p-Si mono o policristalinas, que son texturizadas para la mejora de las propiedades de absorción en la superficie a través de un proceso de decapado. Este proceso de decapado se realiza, en el silicio monocristalino, con una mezcla de lejía de sosa y potasa cáustica con alcohol isopropílico. El silicio policristalino es decapado con una solución de ácido fluorhídrico y ácido nítrico. A continuación, se realizan otras secuencias de purificación de decapado para preparar la superficie de manera óptima para el proceso de difusión siguiente. En este proceso, se genera una transición-pn en el silicio a través de la difusión de fósforo en una profundidad de aproximadamente 0,5 μm . La transición-pn separa los portadores de carga formados a través de la luz. Para la generación de la transición-pn se calienta la pastilla a 800°C – 950°C aproximadamente en un horno en presencia de una fuente de fósforo, la mayoría de las veces una mezcla de gases o una solución acuosa. En este caso, el fósforo penetra en la superficie de silicio. La capa dotada con fósforo es conductora negativa en oposición a la base dotada con boro conductora positiva, En este proceso, aparece en la superficie un vidrio de fósforo, que es retirado en las etapas siguientes a través de un decapado con HF. A continuación se aplica sobre la superficie de silicio una capa en torno a 80 nm de espesor, que está constituida la mayoría de las veces de SiN:H, para la reducción de la reflexión y para la pasivación. Entonces se aplican contactos metálicos sobre el lado delantero (plata) y el lado trasero (oro o plata). En este proceso, para la producción de un llamado BSF (Campo de la Superficie Trasera), con ventaja de aluminio, una parte del aluminio aplicado es aleada en el silicio sobre el lado trasero de la pastilla en la etapa de combustión subsiguiente.

15 [0003] El documento US 2005/0252544 A1 describe un método para la producción de una célula solar con una capa de BSF. En el lado trasero de una célula solar se aplica el aluminio como capa de contacto para la producción de una capa de BSF. A través del calentamiento subsiguiente se alea el aluminio en el sustrato de las células solares.

20 [0004] Del documento US 6,081,017 A es también conocida la aplicación de una capa de aluminio como capa de BSF en el lado trasero de una célula solar como capa de BSF y la aleación del aluminio en el sustrato de las células solares por medio de calentamiento. Esta capa de BSF de aluminio queda entonces como electrodo estructurado para la conexión eléctrica de la célula solar.

35 **Problema y solución**

[0005] La invención se basa en el problema de crear un método mencionado al principio así como una célula solar producida con el mismo, con los que se pueden evitar inconvenientes del estado de la técnica y especialmente se puede incrementar todavía más el rendimiento de una célula solar.

40 [0006] Este problema se soluciona por medio de un método con las características de la reivindicación 1 así como una célula solar con las características de la reivindicación 14. Las configuraciones ventajosas así como preferidas de la invención son objeto de las otras reivindicaciones y se explican en detalle a continuación. La redacción de las reivindicaciones se realiza con referencia expresa al contenido de la descripción. Por lo demás, la redacción de la solicitud de prioridad DE 102007012277.4 del 8 de Marzo de 2007 de la misma Solicitante se realiza con referencia expresa al contenido de la presente descripción.

45 [0007] De acuerdo con la invención, sobre el lado trasero de un sustrato de célula solar, que está constituido especialmente de silicio, se aplica una capa de BSF, aplicando en primer lugar aluminio sobre el sustrato. A continuación, se alea aluminio o una parte del mismo en el sustrato, en el que la capa de BSF resultante es transparente o bien no provoca sombreado. La ventaja de este método de producción así como de un BSF generado con el mismo reside en que también se pueden producir células solares bilaterales o bien llamadas bifaciales, que pueden ser irradiadas, por lo tanto, también desde el lado trasero, sin que el BSF provoque un sombreado. Sobre todo se pueden crear de esta manera tanto BSF de superficie grande como también de superficie pequeña o bien local. Por lo demás, se pueden utilizar diferentes métodos de aplicación para el aluminio, como se representa todavía a continuación. Por último, tal método es relativamente favorable y de esta manera se puede crear una célula favorable en comparación con otras células solares de alta eficiencia. A través de la utilización de aluminio en lugar de boro para el BSF, se puede emplear un proceso considerablemente más favorable y que se puede dominar mejor, entre otras cosas también porque la temperatura de aleación para el aluminio es considerablemente más baja que para el boro, especialmente menor que 900°C. De esta manera, se puede utilizar también silicio multicristalino que, en el caso de aleación con boro, se modificaría de

manera desfavorable en virtud de las altas temperatura muy por encima de 1000°C.

- 5 [0008] En una configuración de la invención, se puede aplicar aluminio puntualmente o bien en zonas pequeñas sobre el sustrato o bien sobre un lado trasero del sustrato. De esta manera, se pueden generar varios BSF puntualmente o bien a modo de zonas pequeñas. Está previsto con ventaja que estos puntos o bien zonas pequeñas se encuentren a lo largo de líneas, que presentan especialmente la misma distancia. Con preferencia se pueden aplicar a modo de un retículo uniforme, con lo que es posible un contacto eléctrico uniforme en el BSF. Sobre el BSF o bien sobre las zonas pequeñas se aplican a continuación contactos metálicos, especialmente a lo largo de dichas líneas, por ejemplo de níquel o plata o combinaciones de ellos.
- 10 [0009] En una configuración algo diferente de la invención, la aplicación de aluminio sobre el sustrato y, por lo tanto, la generación de un BSF o bien de zonas conductoras para el BSF se realiza en forma de las propias líneas descritas anteriormente. También aquí es ventajoso que las líneas estén paralelas entre sí y presenten la misma distancia.
- 15 [0010] En una configuración todavía algo diferente de la invención, se puede aplicar aluminio en la superficie o bien en una superficie grande sobre el lado trasero del sustrato, especialmente puede cubrir todo el lado trasero. Aquí es posible, en efecto, en principio prever diferentes espesores de capa o bien gradientes de espesores de capa. No obstante, con ventaja se aplica una capa de espesor aproximadamente uniforme. También aquí, como en el aluminio aplicado en líneas descrito anteriormente con generación de un BSF de aluminio en líneas, se pueden aplicar contactos metálicos en una etapa siguiente, especialmente de nuevo contactos metálicos en líneas.
- 20 [0011] Para la aplicación del aluminio sobre el sustrato existen diferentes posibilidades. Según una posibilidad, se puede aplicar a través del método de serigrafía o a través de un método de chorro de tinta. Por lo demás, se puede aplicar en forma líquida o pastosa, por ejemplo como líquido que contiene aluminio o gel que contiene aluminio. De acuerdo con todavía otra posibilidad, se puede aplicar aluminio de una manera similar a otros recubrimientos metálicos a través de pulverización, evaporación, métodos CVD o aleación.
- 25 [0012] Para la aleación del aluminio en el sustrato o bien el material de silicio del sustrato puede estar previsto un proceso de calentamiento. Éste se diferencia con ventaja de un calentamiento, que se utiliza para la aplicación previa del aluminio o que resulta en este caso. De esta manera, este proceso puede ser controlado mejor o bien puede ser optimizado para su finalidad.
- 30 [0013] Después de la aleación de aluminio en el sustrato o bien el material de silicio, se retira una parte del aluminio remanente. Especialmente se retira solamente el aluminio que no está aleado en el sustrato o bien es todavía aluminio puro y, por lo tanto, forma, por decirlo así, capa propia o diferenciable. En este caso, este aluminio no aleado o bien se puede retirar totalmente o, en cambio, por ejemplo también para
- 35 posibilitar un contacto eléctrico siguiente mejorado así como la aplicación de contactos eléctricos, se puede retirar sólo parcialmente o bien puede permanecer en forma de líneas. De manera alternativa, es posible retirar todo el aluminio no aleado. Con ventaja, el aluminio es retirado a través de decapado, como se conoce en sí.
- 40 [0014] En configuración del método según la invención, después de la retirada del aluminio, se puede realizar una pasivación al menos en el lado trasero del sustrato. De la misma manera se aplica con ventaja un recubrimiento anti-reflexión, al menos sobre el lado trasero del sustrato. Esto es especialmente ventajoso cuando la célula solar debe ser irradiada con luz también en el lado trasero.
- [0015] En la producción de la célula solar es posible generar, después de la retirada del aluminio o de la retirada parcial del aluminio, una transición-pn en el sustrato, infundiendo fósforo en el silicio-n.
- 45 [0016] Por lo demás, es posible que, especialmente para un establecimiento siguiente del contacto eléctrico en el lado trasero del sustrato, se aplique metal o bien aluminio en estructuras prefabricadas en el sustrato. Tales estructuras son generadas especialmente en un recubrimiento anti-reflexión descrito anteriormente, en el que esta generación se puede realizar mecánicamente o, por ejemplo, a través de procesamiento con láser. En zanjas que resultan de esta manera se puede introducir, por lo tanto, el
- 50 aluminio, con ventaja en forma de líneas descrita anteriormente, especialmente sobre un BSF de aluminio subyacente. Este aluminio aplicado en último lugar no es retirado entonces. Con ventaja, se aplica encima un contacto eléctrico en el lado trasero, lo mejor conductor posible, en forma de líneas, especialmente como contacto de plata.
- 55 [0017] Estas y otras características se deducen, además de las reivindicaciones, también a partir de la descripción y los dibujos, de manera que las características individuales pueden estar realizadas, respectivamente, por sí solas o agrupadas en forma de combinaciones secundarias en una forma de realización de la invención y en otros campos y pueden representar formas de realización ventajosas así como protegibles por sí, para las que se reivindica aquí protección. La división de la solicitud en varias secciones así como los encabezamientos intermedios no limitan las manifestaciones realizadas bajo éstos

en su validez general.

Breve descripción de los dibujos

[0018] Los ejemplos de realización de la invención se representan esquemáticamente en los dibujos y se explican en detalle a continuación. En los dibujos:

5 La figura 1 muestra una sección a través de una célula solar, que ha sido producida de acuerdo con una primera configuración del método de acuerdo con la invención, con un campo de la superficie trasera de aluminio liso, en el que ha sido retirado el aluminio puro.

10 La figura 2 muestra una segunda configuración de una célula solar similar a la figura 1 con un campo de la superficie trasera de aluminio en forma de líneas, en el que también aquí ha sido retirado el aluminio puro, y

La figura 3 muestra una tercera configuración de una célula solar similar a la figura 2, en la que no se ha retirado el aluminio puro.

Descripción detallada de los ejemplos de realización

15 [0019] En la figura 1 se representa una célula solar 11, que está constituida por un sustrato 13 de silicio dotado-p. Sobre el lado delantero 15 del sustrato 13 está aplicada una capa anti-reflexión 17, por ejemplo constituida de SiN:H, así como se ha realizado una pasivación no representada del sustrato 13 subyacente. Por lo demás, sobre el lado delantero 15 se han introducido contactos en zanjas en la capa anti-reflexión 17, que están constituidos por un contacto inferior de níquel 19 y un contacto de plata 20
20 pueden ser generadas a través de decapado, alternativamente se pueden realizar un procesamiento mecánico o un procesamiento con láser. Los contactos de níquel 19 se pueden aplicar a través del llamado recubrimiento no electrolítico, mientras que los contactos de plata 20 se pueden aplicar en un método LIP. Los contactos 19 y 20 están en este caso en forma de líneas y descansan directamente sobre una capa de silicio subyacente del sustrato 13.

25 [0020] Sobre el lado trasero 22 de la célula solar 11 se aplica desde abajo en el sustrato de silicio 13 un campo de la superficie trasera de aluminio liso o bien BSF de aluminio 24. El aluminio se puede aplicar, como se ha descrito anteriormente, a través de un método de serigrafía u otro. Antes de una aleación o bien de una cocción en el silicio, puede tener lugar una etapa intermedia de secado. La aleación se puede realizar en un horno, a través de radiación con luz o a través de calentamiento.

30 [0021] A continuación se retira en la célula solar 11 según la figura 1 el aluminio llamado puro, aplicado en la superficie, que ha sido aleado en el silicio, con ventaja a través de una etapa de decapado. La gran ventaja reside aquí en que la aleación de AlSi remanente en el BSF de aluminio 24 es realmente transparente y de esta manera se puede crear, por decirlo así, también una célula solar bifacial 11, que trabaja, por lo tanto, también en caso de incidencia de la luz en el lado trasero 22. Otra ventaja reside en
35 que a través de la utilización de aluminio se puede evitar la dotación de boro o bien el boro. En efecto, el aluminio es más fácil de manipular que el boro, entre otras cosas, debido a las temperaturas más bajas para la aplicación y la aleación.

[0022] Sobre el BSF de aluminio 24 se aplica otra capa anti-reflexión 26. En este recubrimiento 26 está introducido de nuevo un contacto, con ventaja similar al aplicado sobre el lado delantero 15, o bien se aplica en primer lugar un contacto de níquel 29 y luego un contacto de plata 30.
40

[0023] En la figura 2 se representa una célula solar alternativa 111, producida con un método alternativo. Sobre un sustrato de silicio 113 se aplica, de manera similar a la descrita con relación a la figura 1, en un lado delantero 115 una capa anti-reflexión 117. Esta capa está separada con patrón del tipo de rejilla o bien está abierta hasta el sustrato 113 y se aplican en primer lugar contactos de níquel 119 y encima
45 contactos de plata 120. De esta manera, se puede aplicar un contacto de níquel, por ejemplo, a través de metalización química.

[0024] A diferencia de la representación en la figura 1, en un lado trasero 122 está aplicado aluminio sólo puntualmente, por lo tanto, en zonas pequeñas o líneas y no en una superficie grande como en la figura 1. No obstante, la aplicación básica del aluminio se puede realizar, como se ha descrito anteriormente. A
50 continuación, por ejemplo después de una aleación, se retira por decapado de nuevo el aluminio excesivo o bien aluminio puro, de una manera similar a la descrita con relación a la figura 1 y permanecen las zonas más bien pequeñas del campo de la superficie trasera de aluminio 124. Sobre el BSF de aluminio 124 se aplica, en una capa anti-reflexión 126 aplicada en el lado trasero, una estructura o bien se abre ésta, por ejemplo a través de decapado o procesamiento mecánico. A continuación, como se ha descrito anteriormente, se aplica en primer lugar un contacto de níquel 129 y entonces encima un contacto de
55 plata 130. También en la célula solar 111 según la figura 2, el BSF de aluminio 124 es transparente. Por lo demás, está limitado a una superficie mucho más pequeña que en la célula solar 11 según la figura 1.

- 5 [0025] Por último, en la figura 3 se representa otra célula solar 211, que está configurada de nuevo algo diferente. En un lado delantero 215 se encuentra la estructura, como se ha descrito anteriormente, con capa anti-reflexión 217, contacto inferior de níquel 219 y contacto superior de plata 220. En cambio, en un lado trasero 222 ha sido aplicado, en efecto, como se ha descrito anteriormente, aluminio para un campo de la superficie trasera de aluminio 224 en forma de líneas o de puntos y ha sido aleado en el silicio. Sin embargo, no ha sido retirado el aluminio puro, como se ha descrito anteriormente, sino que forma ahora una sustitución para los otros contactos de níquel según las figuras 1 ó 2 y, en concreto, como contacto de aluminio 232. Encima ha sido aplicado un contacto inferior de plata 230. Una diferencia de la célula solar 211 según la figura 3 con respecto a la célula solar 111 según la figura 2 reside, por lo tanto, en que después de la aleación del aluminio para la generación del BSF de aluminio, no se retira el aluminio puro restante, sino que forma una sustitución para el contacto inferior de níquel. De esta manera, se puede producir también esta célula solar 211 relativamente fácil, de manera similar a la célula solar 11 según la figura 1.
- 10
- 15 [0026] Antes de la aplicación de las diferentes capas representadas en las figuras, por ejemplo la aplicación de aluminio para el BSF de aluminio, pueden tener lugar tratamientos previos del sustrato. Así, por ejemplo, se puede texturizar y/o decapar una pastilla de silicio para optimizar la superficie y eliminar daños de sierra. Por lo demás, se realiza una dotación de fósforo para la formación de emisores. De la misma manera se puede realizar otra etapa del método para el tratamiento de las células solares, por ejemplo un atemperado.
- 20
- 25 [0027] En las células solares según la invención representadas es posible utilizar material de silicio multicristalino. Esto no era posible anteriormente, puesto que anteriormente, durante la aleación con boro, eran necesarias temperaturas más altas, que hubieran destruido el silicio multicristalino. Para la aleación de aluminio se puede mantener la temperatura claramente por debajo de 900°C. De esta manera, por lo tanto, en el marco de la invención se puede utilizar también material de silicio multicristalino para el sustrato. Por lo demás, en los contactos de plata que están libres es posible una soldadura como conexión eléctrica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la producción de una célula solar (11, 111, 211) con una capa de BSF, en el que sobre el lado trasero (22, 122, 222) de un sustrato de células solares (13, 113, 213), especialmente de un sustrato de silicio, se aplica una capa de BSF (24, 124, 224) a través de la aplicación de aluminio sobre el sustrato y aleación siguiente en el sustrato (13, 113, 213), en el que la capa de BSF (24, 124, 224) es transparente a la luz **caracterizado por el hecho de que** después de la aleación en el sustrato (13, 113) se retira exclusivamente aluminio no aleado en el sustrato.
- 10 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la aplicación de aluminio sobre el sustrato (113, 213) se realiza puntualmente o bien en zonas pequeñas, en el que con preferencia se realiza una producción local de varias BSF (124, 224) en forma de puntos o bien del tipo de zonas pequeñas, en el que los puntos o bien las zonas pequeñas se encuentran a lo largo de líneas rectas, especialmente provistas con la misma distancia, sobre las que se aplican a continuación contactos metálicos (129, 130, 232, 229) en forma de líneas.
- 15 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la aplicación de aluminio sobre el sustrato (113, 213) se realiza en forma de líneas.
- 20 4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el aluminio se aplica liso sobre el sustrato (13) para un BSF liso (24), en el que con preferencia se cubre esencialmente toda la superficie de un lado del sustrato.
- 20 5. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el aluminio se aplica a través de métodos de serigrafía sobre el sustrato (13, 113, 213).
- 25 6. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que** el aluminio se aplica líquido o bien pastoso, con preferencia en forma de un líquido que contiene aluminio o de un gel que contiene aluminio.
- 25 7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que** el aluminio se aplica a través de pulverización, evaporación, métodos CVD o aleación.
- 30 8. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** la aleación del aluminio en el sustrato (13, 113, 213) o bien el material de silicio del sustrato se realiza a través de calentamiento separado de la aplicación del aluminio.
- 30 9. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** se retira todo el aluminio no aleado con el material de silicio o bien no aleado en el interior.
- 35 10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por el hecho de que** el aluminio se retira mediante decapado.
- 35 11. Método de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado por el hecho de que** después de la retirada del aluminio, se realiza una pasivación y entonces se lleva a cabo la aplicación de un recubrimiento anti-reflexión (26, 126, 226) sobre el lado trasero (22, 122, 222) del sustrato (13, 113, 213).
- 40 12. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por el hecho de que** después de la retirada del aluminio se genera una transición-pn a través de la difusión de fósforo en silicio-n del sustrato (13, 113, 213).
- 40 13. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado por el hecho de que** el aluminio se aplica en estructuras prefabricadas en el interior del sustrato (13, 113, 213), especialmente en estructuras a través de un recubrimiento anti-reflexión (26, 126, 226) hasta debajo del sustrato, especialmente a través de métodos de serigrafía, sin retirada siguiente del aluminio.
- 45 14. . Célula solar (11, 111, 211), **caracterizada por el hecho de que** está fabricada a partir de un sustrato (13, 113, 213), que ha sido tratado con un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

