

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 176**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09742037 .6**
96 Fecha de presentación: **05.05.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2289109**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2011**

54 Título: **Método para producir una celda solar monocristalina**

30 Prioridad:
07.05.2008 DE 102008022574
15.07.2008 DE 102008033169

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.05.2012

73 Titular/es:
Robert Bosch GmbH
Wernerstrasse 1
70469 Stuttgart , DE

72 Inventor/es:
KROKOSZINSKI, Hans-Joachim y
MEYER, Karsten

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 381 176 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 celda solar monocristalina

5 La invención se refiere a un método para la producción de una celda solar monocristalina con un lado posterior pasivado y una estructura de contacto del lado posterior, así como a una celda producida de acuerdo con el método de este tipo.

Se conoce que las celdas solares de silicio que tienen una capa antirreflectiva en la capa n-emisora del lado frontal se proveen en el lado posterior con una metalización por toda la superficie de la región base para recubrimiento tipo espejo y para curvatura de banda (Back Surface Field - BSF).

10 Una tal metalización de la parte posterior consiste usualmente en una pasta de capa gruesa a base de aluminio, imprimida en gran parte del área, la cual, al sinterizarse por encima de 800 °C, se alea formando el eutéctico de AlSi con bajo punto de fusión y recristalizándose en la superficie del semiconductor y en tal caso sobre-compensa el n-dopaje debido a una difusión de fósforo previamente efectuada para p⁺-dopaje.

15 Puesto que para la integración modular de las celdas también se necesitan contactos soldables en el lado posterior, se requiere aplicar previamente una impresión con pasta a base de plata, en cuyo caso la impresión reproduce usualmente el número y la posición del embarado (barraje) presente del lado frontal en el lado posterior. Una celda de este tipo, del estado de la técnica, se muestra en la representación de principio según la figura 1. El barraje del lado posterior se imprime en forma de franjas por debajo del barraje del lado frontal, antes de que la impresión de pasta de aluminio final llene las áreas restantes en el lado del barraje, en cuyo caso el aluminio y la plata se solapan a lo largo de los bordes de cada franja de plata.

20 También se propuso reemplazar la metalización de capa gruesa por una capa de pasivación dieléctrica, la mayoría de las veces oxidica, en cuyo caso la conexión eléctrica de la metalización del lado posterior por un área grande de la superficie del semiconductor se logra mediante contactos puntuales pequeños (Local Back Surface Field - Local BSF), en la mayoría de veces dispuestos regularmente en posiciones de matriz.

25 La estructura de contacto del lado posterior, formada en este caso, encuentra aplicación en múltiples variantes. Del estado de la técnica mencionado se llama la atención a las siguientes citas bibliográficas: A.W. Blakers et al, Appl. Phys. Lett., 55 (1989), páginas 1363 a 1365; G. Agostinelli et al, 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference (2005), Barcelona, España, página 647; y P. Choulat et al, 22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference (2007), Milán, Italia.

30 En los documentos WO 2006/029250 A2 y US 2004/0200520 A1 también se describen celdas solares que tienen una estructura de contacto de lado posterior. Sin embargo, en el proceso de producción de la estructura de contacto de lado posterior no está previsto combinar una capa metálica delgada con una capa gruesa de una pasta conductora para formar una conexión eutéctica.

35 Los contactos BSF locales más difundidos son los llamados "*Laser Fired Contacts*" (contactos LFC), en los que la capa metálica aplicada previamente mediante bombardeo láser, formada casi siempre como aluminio de película delgada, se funde a través de la capa de óxido con la superficie del semiconductor.

40 Una desventaja esencial del método de contacto accionado por láser es que la multiplicidad de los contactos locales necesarios debe producirse secuencialmente y por lo tanto en un número tal alto como sea posible por segundo y a una intensidad de luz alta. Durante la fusión puntual de alta energía que surge aquí del aluminio a través de la capa de óxido con frecuencia tiene lugar un daño de la superficie de silicio entre los contactos locales, lo cual se expresa principalmente en una elevada velocidad de combinación de superficies y, con esto, un efecto reducido de pasivación.

45 De lo previamente dicho, el objeto de la invención es, por lo tanto, indicar un método perfeccionado para la producción de una celda solar monocristalina con un lado posterior pasivado y una estructura de contacto del lado posterior, el cual señala un método protector y que ahorra tiempo para la producción de una combinación de capa con diversas funcionalidades para el contacto local de un la posterior de celda solar.

El logro de este objetivo de la invención se efectúa mediante la enseñanza según la secuencia de pasos de la reivindicación 1 de patente.

50 Por consiguiente, el método de la invención se refiere a una sucesión de pasos de procesos para la producción de contactos locales de una capa metálica a través de una capa de pasivación de toda el área de un lado posterior de la celda sobre la superficie del semiconductor, en cuyo caso de manera inventiva se combina una generación de

capa delgada con la generación de una capa gruesa mediante impresión por tamiz o impresión de plantillas. En tal caso, mediante la secuencia del método según la invención se genera una, así llamada, estructura PERC (*Passivated Emitter and Rear Cell*), en cuyo caso existen ventajas esenciales frente al estado de la técnica.

5 Estas ventajas se muestran en que la capa de pasivación, que representa simultáneamente un aislamiento eléctrico, puede formarse a partir de un material adecuado de la mejor manera respectivamente y con la tecnología respectivamente más adecuada. Asimismo, esta capa de pasivación puede abrirse localmente con una tecnología tal que tiene como consecuencia las interacciones más bajas con los componentes restantes. La capa de pasivación se cubre a su vez usando una tecnología protectora, principalmente la tecnología de capa delgada, con una metalización adecuada de la mejor manera, principalmente aluminio, en cuyo caso las áreas de contacto locales
10 también se cubren con las grandes áreas aisladas sobre la superficie de semiconductor.

La producción de las áreas BSF locales de la AISi recristalizada en las áreas de contacto locales se combina con la sinterización de una pasta de capa gruesa, principalmente de una pasta de plata, que se aplica previamente a los contactos locales y a las áreas de contacto externo mediante impresión. En tal caso, la fusión del eutéctico AISi se utiliza con el fin de asegurar una conexión de baja resistencia duradera de la metalización de capa de pasivación con la capa BSF limitada localmente en el semiconductor a través de su reacción con la pasta conductora, particularmente pasta de plata, que conduce a la formación de fases intermetálicas del sistema Ag – Al.
15

Los pasos más esenciales del método pueden resumirse como sigue.

20 Sobre un material celular procesado previamente de manera usual se aplica por toda el área una capa dieléctrica, pasivante al menos sobre un lado posterior de la celda. A continuación se realiza una remoción local de la capa pasivante en la región del barraje y los sitios de contacto el lado posterior.

A continuación, el lado posterior de la celda se recubre de manera homogénea y precisamente para la formación de una capa metálica delgada, no estructurada, la cual toca la superficie del material de sustrato, es decir la superficie de semiconductor, en las zonas libres de la capa de pasivación.

25 Luego se realiza una generación de una capa gruesa a partir de una pasta conductora en la región del barraje y los sitios de contacto.

Después sigue una sinterización de la capa gruesa a una temperatura por encima de una temperatura de eutéctico pre-definida y la formación de una conexión eutéctica, de baja resistencia, de la capa metálica delgada con la superficie del material de sustrato así como con las partículas conductoras de la pasta de capa gruesa.

30 La capa de pasivación previamente mencionada puede componerse de un óxido de silicio, óxido de aluminio o material similar.

La capa delgada se genera preferiblemente mediante pulverización catódica o deposición de vapor de un material de aluminio.

También pueden generarse circuitos impresos y barrajes (bus bar) necesarios en el lado frontal mediante impresión de clasificación de capa gruesa o impresión de plantillas.

35 Ambas capas gruesas, es decir la capa gruesa en el lado frontal o anterior y la capa gruesa en el lado posterior pueden sinterizarse durante un tratamiento de temperatura conjunto.

Para la realización de capa gruesa se seleccionan pastas que son capaces de sinterizarse preferiblemente en un rango de temperaturas por encima del eutéctico de Al-Si de 577°C, pero por debajo del punto de fusión de 660°C, es decir preferiblemente entre 580°C y 620°C.

40 La invención se explicará más detalladamente a continuación por medio de un ejemplo de realización así como recurriendo a las figuras.

En estas se muestran:

La Fig. 1A muestra un vista superior de una celda estándar de tres barrajes (*busbar*);

La Fig. 1B muestra un corte transversal por una celda estándar según la Fig. 1A (estado de la técnica)

45 y

La Fig. 2A a la E muestra representaciones seccionales para ilustrar una secuencia de proceso según la invención para producir el nuevo tipo de celda solar que tiene estructura de contacto del lado posterior (lado posterior pasivado que tiene contactos locales PERC).

5 Las figuras 1A y 1B muestran la vista superior o una representación de corte transversal de una celda estándar de tres barrajes (*busbar*) a partir de una oblea de p-silicio 1 con barrajes en el lado frontal (anterior) 4 así como barraje del lado posterior 3 y una impresión de pasta de aluminio que llena las áreas restantes 3 al lado del barraje, en cuyo caso el aluminio y la plata se solapan ligeramente a lo largo de los bordes de cada franja de plata (véase corte transversal según la figura 1B).

10 En el método de acuerdo con la secuencia según las figuras 2A hasta E, en un primer paso de proceso se realiza una remoción de una capa dieléctrica de pasivación 8, por ejemplo óxido de silicio, en el lado posterior mediante, por ejemplo, oxidación térmica, LPCVD, PECVD, pulverización catódica, o similares. El lado frontal (anterior) tiene una textura de lado frontal 5 y una capa antirreflejo 7. El material de partida 1 es una oblea de p-silicio con n⁺⁺-emisor 6.

15 Si en un primer paso para la generación de la capa de pasivación se efectúa una oxidación térmica, debe asegurarse que adicionalmente se retire con mordiente el óxido en el lado frontal.

En el paso de proceso según la Fig. 2B se efectúa una remoción local de la capa de pasivación 8 en el lado posterior en la zona del barraje (*busbar*) y en todos los sitios de contacto locales o puntos de locales de contacto 9, por ejemplo mediante ablación con láser, impresión de la pasta mordiente o mediante mordiente de plasma.

20 Según la representación de acuerdo con la figura 2C se lleva a cabo un recubrimiento homogéneo del lado posterior con un material conductor, principalmente una capa delgada 10 que contiene aluminio mediante deposición con vapor o pulverización catódica.

En el paso de proceso según la Fig. 2D se efectúa una impresión por tamiz de los circuitos impresos y del barraje (*busbar*) en el lado frontal, por ejemplo con ayuda de una pasta conductora, principalmente con pasta de plata 11.

25 Según la representación de acuerdo con la figura 2E, la aplicación de los puntos de contacto 12 y del barraje 13 también se efectúa en impresión por tamiz en el lado posterior de la celda y de hecho recurriendo a material de pasta de plata.

30 En un último paso de proceso según la Fig. 2E se efectúa una sinterización de todas las pastas de impresión por tamiz, es decir de los circuitos formados en el lado frontal y de los puntos de contacto 12 y barraje 13 en el lado posterior en el rango de temperatura entre 580°C y 620°C. En tal caso, debido a la temperatura de sinterización por encima de la temperatura de eutéctico de 577 °C se forma un eutéctico de AlSi 14 de bajo punto de fusión en las áreas de contacto entre el silicio y la capa de aluminio. Simultáneamente también se alean las partículas de plata de la pasta de plata con el eutéctico líquido de aluminio-silicio porque al sinterizarse también se sobrepasa la temperatura de eutéctico de aluminio-plata de 566 °C.

35 Se indica que la presente invención que se representa con sus características de método también se extiende a las llamadas celdas MWT (*Metal Wrap Through*) en las que en el lado frontal están dispuestos *emitter fingers* ("dedos emisores") y en el lado posterior se encuentra el barraje emisor y de esta manera *emitter fingers* y barraje emisor se encuentran en conexión eléctrica mediante agujeros metalizados, perforados con láser o de manera similar.

REIVINDICACIONES

1. Método para la producción de una celda solar monocristalina con un lado posterior pasivado y una estructura de contacto de lado posterior, el cual comprende los siguientes pasos:
- aplicación por toda el área de una capa dieléctrica pasivante (8) en el lado posterior de la celda;
- 5 - remoción local de la capa pasivante (8) en la zona del barraje (13) y de los sitios de contacto locales (9);
- recubrimiento homogéneo del lado posterior de la celda para formar una capa metálica delgada, no estructurada (10), la cual toca la superficie del material sustrato en las zonas libres de capa de pasivación (8); caracterizado porque están previstos además los siguientes pasos:
 - generan una capa gruesa de una pasta conductora en la zona del barraje (13) y los sitios de contacto locales (9) y
- 10 - sinterizar la capa gruesa a una temperatura por encima de una temperatura de eutéctico predefinida y la formación de una conexión eutéctica, de baja resistencia (14) de la capa metálica delgada (10) con la superficie del material de sustrato así como con las partículas conductoras de la pasta de capa gruesa.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la capa de pasivación (8) se compone de óxido de silicio, óxido de aluminio, nitruro de silicio, carburo de silicio, secuencias de capas de óxido de silicio-nitruro de silicio, silicio amorfo y nitruro de silicio o materiales comparables respecto de sus propiedades.
- 15 3. Método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la capa delgada (10) se forma mediante pulverización catódica o deposición de vapor principalmente de un material que contiene aluminio.
4. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en el lado frontal o anterior se generan circuitos impresos y barraje (bus bar) (4) mediante impresión por tamiz de capa gruesa o impresión de plantillas.
- 20 5. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la capa gruesa en la zona del bus bar (barraje) (13) y de los sitios de contacto locales (9) se genera en el sitio posterior mediante impresión por tamiz o impresión de plantillas.
6. Método según la reivindicación 4 y 5, caracterizado porque se sinterizan las capas gruesas en un paso de tratamiento de temperatura conjunto.
- 25 7. Método según la reivindicación 6, caracterizado porque la sinterización se realiza en un rango de temperaturas por encima de 580°C, aunque por debajo de 660°C, preferentemente entre 580°C y 620°C.
8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la pasta conductora (11) contiene plata.
- 30 9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la sinterización de la capa gruesa se efectúa a una temperatura por encima de la temperatura de eutéctico de aluminio-silicio de 577°C, pero por debajo de la temperatura de fusión de aluminio de 660°C.
10. Celda solar producida según un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes.

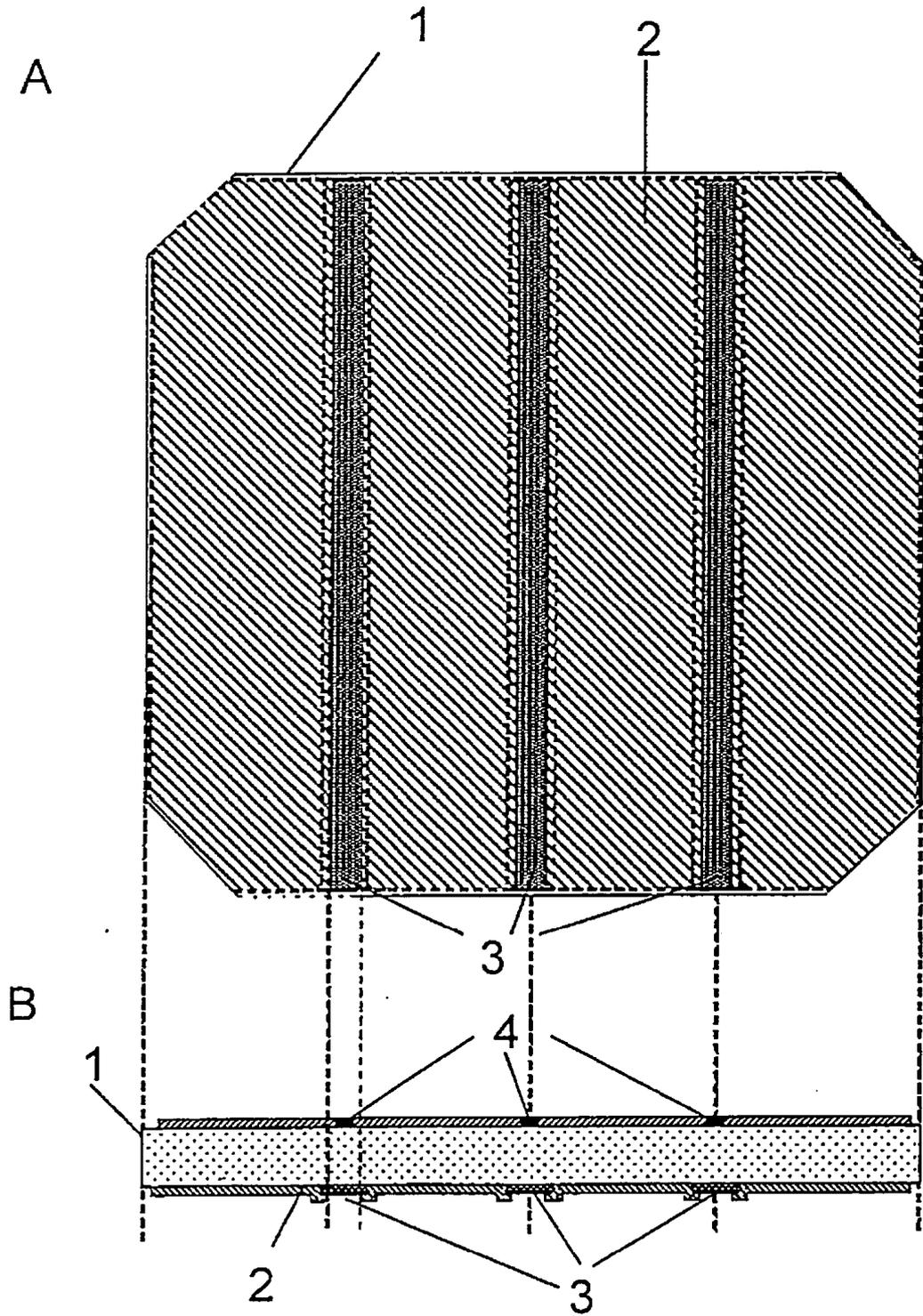


Figura 1

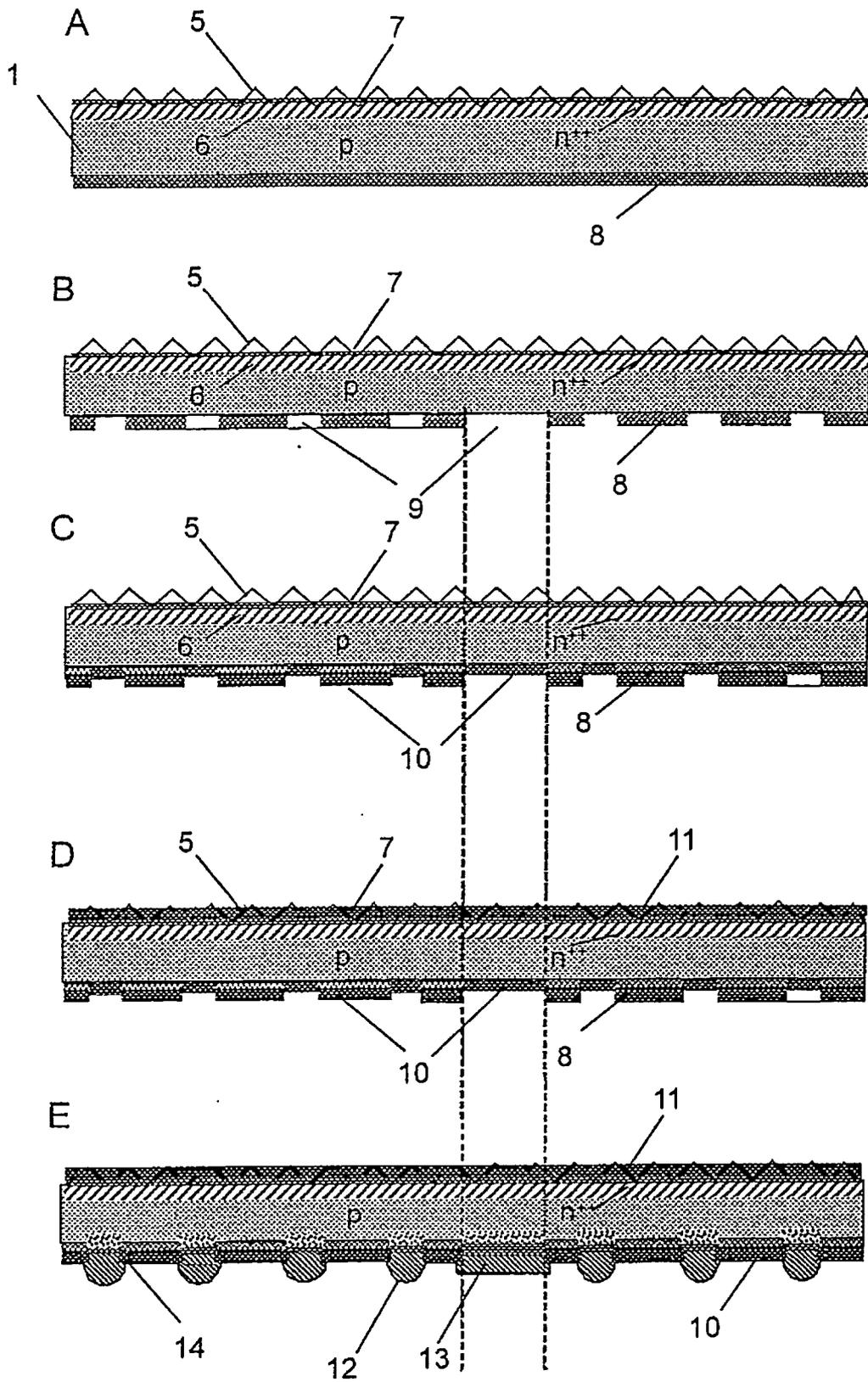


Figura 2