

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 005 058**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/072 (2012.01)

H01L 31/0747 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2012 E 21150107 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024 EP 3832737**

54 Título: **Método de fabricación de una celda solar de heterounión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2025

73 Titular/es:

**MEYER BURGER (GERMANY) GMBH (100.00%)
An der Baumschule 6-8
09337 Hohenstein-Ernstthal, DE**

72 Inventor/es:

**PAPET, PIERRE y
LACHENAL, DAMIEN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 005 058 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 fabricación de una celda solar de heterounión

La presente invención se refiere a un método de fabricación de una celda solar de heterounión, teniendo la celda solar un lado frontal para la incidencia de luz en la celda solar y un lado posterior opuesto al lado frontal. El método incluye los pasos de: proporcionar un sustrato semiconductor dopado y texturizado, teniendo dicho sustrato semiconductor una superficie frontal y una superficie posterior opuestas entre sí y un borde que rodea el sustrato semiconductor; formar al menos una capa frontal sobre la superficie frontal del sustrato semiconductor, en donde la al menos una capa frontal cubre al menos una parte del borde del sustrato semiconductor, conteniendo dicha al menos una capa frontal átomos o moléculas semiconductoras dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o carburo, en donde dicha al menos una capa frontal forma un emisor o un campo de superficie frontal de la celda solar; formar al menos una capa posterior sobre la superficie posterior del sustrato semiconductor, conteniendo dicha al menos una capa posterior átomos o moléculas semiconductoras dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo, en donde dicha al menos una capa posterior forma un campo de superficie posterior o un emisor posterior de la celda solar, y en donde la al menos una capa frontal se forma antes de la formación de la al menos una capa posterior, y la al menos una capa posterior cubre al menos una parte del borde del sustrato semiconductor y también cubre al menos una parte de la al menos una capa frontal que se superpone al borde del sustrato semiconductor; formar un revestimiento antirreflejo eléctricamente conductor sobre la al menos una capa frontal, cubriendo dicho revestimiento antirreflejo toda la superficie de la al menos una capa frontal y siendo al menos parcialmente transparente a la luz que irradia hacia la celda solar, en donde el revestimiento antirreflejo cubre al menos una parte de la al menos una capa posterior que se superpone al borde; formar un revestimiento posterior eléctricamente conductor sobre la al menos una capa posterior; y formar una metalización de rejilla frontal sobre el revestimiento antirreflejo, en donde el revestimiento posterior conductor se forma sobre la superficie de la al menos una capa posterior con una distancia hasta el borde del sustrato semiconductor, dejando una región de fusión que consiste en un área de margen de la superficie de la al menos una capa posterior y el borde del sustrato semiconductor libre del revestimiento posterior conductor, en donde no hay contacto eléctrico entre el revestimiento posterior conductor y el revestimiento antirreflejo conductor en absoluto durante todo el proceso de formación del revestimiento posterior conductor.

En el estado de la técnica se conocen métodos y celdas solares de heterounión correspondientes de este tipo en diferentes variantes. Las celdas solares de heterounión convencionales se forman a partir de un sustrato dopado de tipo n en el que se forma un emisor dopado de tipo p en el lado frontal de este sustrato. Ese lado frontal corresponde a la cara por donde la luz del sol entra principalmente en la celda solar. La fabricación de este tipo de celda solar implica la deposición de la capa emisora dopada p en el lado frontal del sustrato y la deposición de una capa dopada n que forma un campo de superficie posterior en el lado posterior del sustrato. En otras celdas solares, el tipo de dopaje utilizado para el sustrato y las capas dopadas puede ser a la inversa. Además, también es posible colocar el emisor en el lado posterior del sustrato y formar una capa de campo de superficie frontal en el lado frontal del sustrato.

Para mejorar el rendimiento de las celdas, se pueden utilizar capas intrínsecas entre el sustrato y las capas dopadas. Las capas dopadas e intrínsecas pueden ser de cualquier tipo de material. Lo más habitual es que estas capas se basen en silicio en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo.

En las celdas solares de heterounión, es necesario evitar un cortocircuito eléctrico entre las capas eléctricamente conductoras en el lado frontal y en el lado posterior de la celda solar. Dado que este cortocircuito no deseado se forma normalmente alrededor de los bordes, es decir, en las superficies laterales del sustrato semiconductor utilizado, los métodos para evitar este tipo de cortocircuitos se denominan métodos de aislamiento de bordes. En el estado de la técnica se conocen diferentes tecnologías para proporcionar un aislamiento de borde de celdas solares de heterounión.

El documento US 5.935.344 A describe un método para el aislamiento de bordes de celdas solares de heterounión utilizando una estructuración de las películas conductoras eléctricas en el lado frontal o en el lado posterior de la celda solar mediante perforación láser. Como resultado de esta estructuración se forma una zanja en la parte periférica del lado frontal o del lado posterior de la celda solar, atravesando la zanja al menos la respectiva película conductora transparente y la respectiva capa de silicio amorfo dopado. La zanja rodea de forma continua el cuerpo laminado de capas conductoras de electricidad formadas en el lado frontal o en el lado posterior de la celda solar. Alternativamente, el documento sugiere eliminar todas las capas depositadas en las superficies laterales del sustrato o exponer las superficies laterales del sustrato al menos parcialmente formando una zanja continua alrededor de las superficies laterales del sustrato mediante irradiación láser. Esta tecnología incluye el riesgo de creación de daños en ciertas regiones del sustrato y capas de la celda solar por el impacto del láser. La estructuración de la película conductora transparente frontal, tal como se sugiere en una realización de este documento, conduce, además, a una disminución del rendimiento de la celda.

En el documento WO 2012/059878 A1 se describe otro método de aislamiento de bordes de celdas solares. Durante la fabricación de la celda solar propuesta, se aplica una línea estrecha de revestimiento a lo largo del borde de la celda en un lado o en ambos lados o en el borde de la celda solar antes de depositar películas conductoras de electricidad en el lado frontal y/o posterior de la celda solar. Después de la deposición de las películas conductoras, la estrecha línea de

revestimiento se elimina mediante un paso de procesamiento húmedo o seco. De esta manera, se puede realizar una interrupción de las capas conductoras de electricidad en el lado frontal y/o posterior de la celda solar para evitar cortocircuitos entre el lado frontal y el lado posterior de la celda solar. Aunque este método es muy eficaz, requiere en primer lugar una formación local muy sensible de la línea delgada y estrecha en el borde del sustrato, que no es fácil de manejar, y en segundo lugar una eliminación de esa línea estrecha que se encuentra debajo de la película conductora, con el riesgo de una eliminación involuntaria de otras partes de la película conductora.

5 El documento JP 2006 222469 A describe una celda solar que presenta en el lado frontal y en el lado posterior películas transparentes, conductoras de electricidad, respectivamente, que se depositan en zonas idénticas iniciales, con una distancia hasta el borde del sustrato con el fin de evitar cortocircuitos entre estas películas.

10 Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un método fácil y de bajo costo para fabricar una celda solar de heterounión y una celda solar correspondiente, en el que se evitan cortocircuitos entre el lado frontal y el lado posterior de la celda solar y la celda solar no se daña por los pasos del método y muestra un buen rendimiento de celda.

15 Este objeto se resuelve mediante un método del tipo mencionado anteriormente, en el que dicho revestimiento antirreflejo eléctricamente conductor cubre toda la superficie de la al menos una capa frontal y dicho revestimiento antirreflejo eléctricamente conductor cubre al menos una parte del borde del sustrato semiconductor.

20 En el método de la presente invención, ya durante el paso de formación del revestimiento posterior eléctricamente conductor se cumplen todos los requisitos para la prevención de cortocircuitos entre el lado frontal y el lado posterior de la celda solar. Al formar el revestimiento posterior eléctricamente conductor sólo en una parte media del sustrato dejando un margen libre hasta el borde del sustrato, el revestimiento posterior conductor no cubre ni se superpone a las superficies laterales del sustrato y, por lo tanto, no entra en contacto con una capa conductora en el lado frontal de la celda solar. El método de la presente invención utiliza para este efecto pasos de proceso convencionales, como una deposición a través de una máscara, que no tienen influencia dañina alguna sobre el sustrato de la celda solar o sus capas. El método de aislamiento de bordes de la presente invención se puede implementar fácilmente en el flujo de proceso de celda solar sin costo adicional. De este modo, la presente invención puede proporcionar un método fácil y de bajo costo, pero muy fiable y eficaz para el aislamiento de bordes de celdas solares de heterounión.

25 El método de la presente invención no implica estructuración alguna de la o las capas conductoras transparentes en el frente de la celda solar. Sin esta estructuración frontal, el área frontal de celda es más grande y permite recolectar más luz y generar más corriente. Además, la película conductora transparente frontal uniforme (revestimiento antirreflejo) proporciona una mejor apariencia de la celda para la integración del módulo.

30 El método de aislamiento de bordes de la presente invención solo es efectivo si los pasos de fabricación de celdas utilizados se realizan en un orden definido. Es particularmente ventajoso que la al menos una capa frontal se forme antes de la formación de la al menos una capa posterior. Esta secuencia no es habitual. Si la formación de la al menos una capa posterior se realizara antes de la formación de la al menos una capa frontal, existiría un alto riesgo de derivaciones en el borde de la celda.

35 En una variante del método de la presente invención, el revestimiento posterior conductor se forma con una distancia de 5 μm a 10 mm desde el borde del sustrato semiconductor.

En una realización mejorada adicional de la presente invención, el revestimiento posterior conductor se forma con una distancia de 30 μm a 3 mm desde el borde del sustrato semiconductor.

40 Es especialmente beneficioso si el revestimiento posterior conductor se deposita sobre la superficie de la al menos una capa posterior a través de una máscara de sombra que tiene una abertura que está adaptada a las dimensiones del sustrato semiconductor, pero más pequeña, y que tiene una región de cubierta alrededor de esta abertura que cubre al menos el área de margen de la superficie de la al menos una capa posterior durante la deposición. La máscara física cubre de esta manera el borde del sustrato durante la deposición de la capa posterior conductora. La máscara es capaz, por ejemplo, de proteger desde unos pocos micrómetros hasta milímetros del borde de la celda de la deposición de la película. La máscara se puede integrar fácilmente en un soporte de transporte de una herramienta de deposición. Con este método, se puede realizar el aislamiento del borde durante la deposición de la película conductora del lado posterior sin la necesidad de un paso adicional para realizar el aislamiento del borde. Esto conduce a una reducción de los pasos de proceso, lo que reduce los costos finales de la celda.

50 De acuerdo con otra opción de la presente invención, el revestimiento posterior conductor se deposita sobre toda la superficie de la al menos una capa posterior, seguido de una eliminación de un borde del revestimiento posterior conductor.

La eliminación del aro del revestimiento posterior conductor se puede realizar mediante grabado químico y/o despegue y/o ablación láser del aro del revestimiento posterior conductor.

5 Mediante el método se produce una celda solar de heterounión con un lado frontal para una incidencia de luz en la celda solar y un lado posterior opuesto al lado frontal, comprendiendo la celda solar: un sustrato semiconductor dopado y texturizado, teniendo dicho sustrato semiconductor una superficie frontal y una superficie posterior opuestas entre sí y un borde que rodea el sustrato semiconductor; al menos una capa frontal formada sobre la superficie frontal del sustrato semiconductor, conteniendo dicha al menos una capa frontal átomos o moléculas semiconductoras dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo; al menos una capa posterior formada sobre la superficie posterior del sustrato semiconductor, conteniendo dicha al menos una capa posterior átomos o moléculas semiconductoras dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo; un revestimiento antirreflectante eléctricamente conductor formado sobre la al menos una capa frontal, cubriendo dicho revestimiento antirreflectante toda la superficie de la al menos una capa frontal y siendo al menos parcialmente transparente a la luz que irradia en la celda solar; un revestimiento posterior eléctricamente conductor formado sobre la al menos una capa posterior; una metalización de rejilla frontal formada sobre el revestimiento antirreflejo; y un electrodo posterior formado sobre el revestimiento posterior conductor; en donde el revestimiento posterior conductor está formado sobre la superficie de la al menos una capa posterior con una distancia hasta el borde del sustrato semiconductor, dejando una región de fusión que consiste en un área de margen de la superficie de la al menos una capa posterior y el borde del sustrato semiconductor libre del revestimiento posterior conductor, en donde no hay contacto eléctrico entre el revestimiento posterior conductor y el revestimiento antirreflejo conductor en absoluto.

20 La celda solar de heterounión se puede producir sin estructurar la película conductora transparente frontal que forma el revestimiento antirreflejo de la celda solar. Esto permite una mejor recolección de luz y un mejor rendimiento de la celda con una apariencia frontal homogénea de la celda solar sin gradiente de color del revestimiento antirreflejo en el borde de la celda solar.

25 En una realización favorable de la celda solar de heterounión, la al menos una capa posterior se superpone a la al menos una capa frontal. Esto produce el efecto de que se forma una estructura horizontal de una pila de capas n-/p-/n- o p-/n-/p en el borde de la celda, que actúa como dos diodos en oposición que bloquean el flujo de corriente en dirección lateral.

A modo de ejemplo, el revestimiento posterior conductor tiene una distancia de 5 μm a 10 mm desde el borde del sustrato semiconductor. Esto da como resultado un aislamiento eléctrico muy seguro del lado frontal y del lado posterior de la celda solar de heterounión de la presente invención.

30 A continuación se explica una realización favorable del método de la presente invención con referencia a los dibujos en los que

la Fig. 1 muestra esquemáticamente un sustrato semiconductor utilizado para fabricar una celda solar de heterounión de acuerdo con la presente invención en una vista en sección;

35 la Fig. 2 muestra esquemáticamente el sustrato de la Fig. 1 cubierto por al menos una capa frontal sobre una superficie frontal del sustrato semiconductor;

la Fig. 3 muestra esquemáticamente la estructura de la Fig. 2 que está cubierta por al menos una capa posterior sobre una superficie posterior del sustrato semiconductor;

la Fig. 4 muestra esquemáticamente la estructura de la Fig. 3 revestida por un revestimiento antirreflejo eléctricamente conductor formado sobre la al menos una capa frontal;

40 la Fig. 5 muestra esquemáticamente la estructura de la Fig. 4 en la que se deposita un revestimiento posterior eléctricamente conductor a través de una máscara sobre la al menos una capa posterior;

la Fig. 6 muestra esquemáticamente la estructura de la Fig. 5 con la máscara retirada;

la Fig. 7 muestra esquemáticamente una celda solar de heterounión que se forma a partir de la estructura de la Fig. 6 más la formación de una metalización de rejilla frontal y un electrodo posterior;

45 la Fig. 8 corresponde a la Fig. 7 con cargas añadidas que ilustran la distribución de carga en el lado frontal, en el lado posterior y en el borde de la celda solar de heterounión; y

la Fig. 9 muestra esquemáticamente la pila de capas presente en el borde de la celda solar de heterounión de la Fig. 8.

Las Figs. 1 a 7 muestran esquemáticamente una secuencia ventajosa de pasos de proceso del método de la presente invención que da como resultado una celda solar de heterounión 1. Los pasos que se muestran en las Figs. 1 a 7 son solo figuras representativas que muestran características pero no todos los detalles del proceso utilizado.

Como se muestra en la Fig. 1, el método de la presente invención comienza con un sustrato semiconductor 11. El sustrato semiconductor 11 puede consistir en cualquier material semiconductor que pueda tener cualquier tamaño y dopaje. El sustrato semiconductor 11 en la realización mostrada está hecho de un material semiconductor cristalino, preferiblemente de silicio monocristalino o multicristalino. El sustrato semiconductor 11 está dopado. El dopaje puede ser de tipo n o de tipo p, dependiendo del tipo de celda solar a producir. El sustrato semiconductor 11 tiene una superficie frontal 17 para una incidencia de la mayor parte de la luz y una superficie posterior 18 opuesta a la superficie frontal 17. La superficie frontal 17 del sustrato semiconductor 11 está texturizada para disminuir el reflejo de la luz recibida. Además, el sustrato semiconductor 11 tiene un borde 19 que rodea la mayor parte del sustrato semiconductor 11 y que se extiende entre la superficie frontal 17 y la superficie posterior 18 del sustrato semiconductor 11. El borde 19 solo se muestra esquemáticamente y no es necesariamente plano como se muestra en la Fig. 1, sino que también puede ser convexo o puntiagudo. Como es habitual en las tecnologías de semiconductores, se limpia el sustrato semiconductor 11. Los pasos de limpieza también se realizan antes y/o después de los siguientes pasos de método y no se mencionan específicamente en cada caso.

Con referencia a la Fig. 2, en un siguiente paso del método de la presente invención, se forma al menos una capa frontal 12 sobre la superficie frontal 17 del sustrato semiconductor 11. La al menos una capa frontal 12 puede ser una capa o una pila de capas. La al menos una capa frontal 12 cubre al menos una parte del borde 19 del sustrato semiconductor 11. La al menos una capa frontal 12 contiene átomos o moléculas semiconductoras dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo. Por ejemplo, la al menos una capa frontal 12 puede consistir en una capa de silicio intrínseco formada directamente sobre la superficie frontal 17 del sustrato semiconductor 11 y una capa de silicio amorfo dopado, tal como una capa de silicio amorfo dopado p, formada sobre la capa intrínseca. En otras realizaciones de la invención, dicha capa intrínseca puede omitirse. La al menos una capa frontal 12 se deposita preferiblemente mediante PECVD (deposición física de vapor mejorada por plasma). La al menos una capa frontal 12 tiene típicamente un espesor de menos de 50 nm. Dependiendo del tipo de celda solar a producir, la al menos una capa frontal 12 formará un emisor o un campo de superficie frontal de la celda solar.

Como se demuestra en la Fig. 3, en un paso adicional del método de la presente invención, se forma al menos una capa posterior 13 sobre la superficie posterior 18 del sustrato semiconductor 11. En la realización mostrada del método de la presente invención, la al menos una capa posterior 13 se forma explícitamente después de la formación de la al menos una capa frontal 12. La al menos una capa posterior 13 puede ser una capa o una pila de capas. La al menos una capa posterior 13 se deposita preferiblemente mediante PECVD (deposición física de vapor mejorada por plasma). La al menos una capa posterior 13 tiene típicamente un espesor de menos de 50 nm. La al menos una capa posterior 13 cubre al menos una parte del borde 19 del sustrato semiconductor 11 y también cubre al menos una parte de la al menos una capa frontal 12 que se superpone al borde 19 del sustrato semiconductor 11.

La al menos una capa posterior 13 contiene átomos o moléculas semiconductoras dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo. Por ejemplo, la al menos una capa posterior 13 puede consistir en una capa de silicio intrínseco formada directamente sobre la superficie posterior 18 del sustrato semiconductor 11 y una capa de silicio amorfo dopado, tal como una capa de silicio amorfo dopado con n+, formada sobre la capa intrínseca. En otras realizaciones de la invención, dicha capa intrínseca puede omitirse. Dependiendo del tipo de celda solar a producir, la al menos una capa posterior 13 formará un campo de superficie posterior o un emisor posterior.

En el paso de método mostrado en la Fig. 4, se forma un revestimiento antirreflejo eléctricamente conductor 14 sobre la al menos una capa frontal 12. El revestimiento antirreflejo 14 es al menos parcialmente transparente a la luz que irradia hacia la celda solar. Por ejemplo, se pueden utilizar muchos óxidos conductores transparentes, tal como el óxido de indio o el óxido de indio y estaño, como material para el revestimiento antirreflejo 14. El revestimiento antirreflejo 14 cubre al menos toda la superficie de la al menos una capa frontal 12. El revestimiento antirreflejo 14 también cubre al menos una parte del borde 19 del sustrato semiconductor 11 y al menos una parte de la al menos una capa posterior 13 que se superpone al borde 19 y al menos una parte de la al menos una capa frontal 12 que se superpone al borde 19.

Dado que, como se mencionó anteriormente, el borde 19 del sustrato semiconductor 11 puede cubrirse con una combinación variable de capas que forman parte de la al menos una capa frontal 12 y/o la al menos una capa posterior 13 y/o el revestimiento antirreflejo 14, en lo que sigue así como en las reivindicaciones, la expresión "borde 19" debe entenderse como toda la o las superficies laterales circundantes del sustrato semiconductor 11 con y/o sin estas capas adicionales o partes de capas.

En un siguiente paso del método de la presente invención mostrado en la Fig. 5, se proporciona una máscara 16 en el lado posterior de la estructura. La máscara 16 es una máscara de sombra que tiene una región de cubierta que cubre el borde 19 del sustrato semiconductor 11 así como un margen de la al menos una capa posterior 13. En su región media la máscara presenta una abertura 20. La forma de la abertura 20 está adaptada a la forma del sustrato semiconductor 11, pero tiene dimensiones más pequeñas. El margen puede tener, por ejemplo, una dimensión radial de unos pocos micrómetros a unos pocos milímetros, tal como de aproximadamente 5 μm a aproximadamente 10 mm, preferiblemente de aproximadamente 30 μm a 3 mm, medida desde el borde 19 del sustrato semiconductor 11. A través de la abertura 20 de la máscara 16 se deposita un revestimiento posterior eléctricamente conductor 15 sobre la superficie de la al menos una capa posterior 13. Gracias a la máscara 16, el revestimiento posterior eléctricamente conductor 15 se forma únicamente en la superficie de la al menos una capa posterior 13 con una distancia hasta el borde 19 del sustrato semiconductor 11, dejando una región de fusión que consiste en un área de margen de la superficie de la al menos una capa posterior 13 y el borde 19 del sustrato semiconductor 11 libre del revestimiento posterior conductor 15. No hay contacto eléctrico alguno entre el revestimiento posterior conductor 15 y el revestimiento antirreflejo conductor 14 durante todo el proceso de formación del revestimiento posterior conductor 15. El área cubierta por el revestimiento posterior conductor 15 debe maximizarse sin estar en contacto con el revestimiento antirreflejo 14.

El revestimiento antirreflejo 14 y el revestimiento posterior conductor 15 se pueden depositar en cualquier orden o al mismo tiempo.

El revestimiento posterior conductor 15 puede estar formado por película o películas conductoras transparentes y/o película o películas metálicas. La o las películas de revestimiento posterior conductoras 15 se pueden depositar mediante técnicas de pulverización catódica o evaporación.

En otras realizaciones de la presente invención, el paso de la Fig. 5 puede ser reemplazado por dos subpasos en los que en un primer subpaso el revestimiento posterior conductor 15 se deposita sobre la superficie de la al menos una capa posterior 13. Durante la deposición del revestimiento posterior conductor 15, se debe evitar un contacto eléctrico entre el revestimiento posterior conductor 15 y el revestimiento antirreflejo 14. En un segundo subpaso, se retira un aro del revestimiento posterior conductor 15. La eliminación de ese aro del revestimiento posterior conductor 15 se puede realizar mediante grabado químico y/o levantamiento del aro y/o ablación láser.

La Fig. 6 muestra esquemáticamente la estructura de la Fig. 5 después de la retirada de la máscara 16.

Como se muestra esquemáticamente en la Fig. 7, el método de fabricación de una celda solar de heterounión 1 de acuerdo con la presente invención finaliza con la formación de una metalización de rejilla frontal 21. En algunos casos, en un paso adicional, se forma un electrodo posterior 22 mediante una metalización del lado posterior del revestimiento posterior conductor 15.

La Fig. 8 corresponde a la Fig. 7 con cargas añadidas que ilustran la distribución de carga en el lado frontal, en el lado posterior y en el borde 19 de la celda solar de heterounión 1, en donde en el ejemplo mostrado, el sustrato semiconductor 11 está dopado con n, la al menos una capa frontal 12 está dopada con p y la al menos una capa posterior 13 está dopada n.

La Fig. 9 muestra esquemáticamente la pila de capas 11, 12, 13 presente en el borde 19 de la celda solar de heterounión 1 de la Fig. 8. La estructura horizontal n(i)p/(i)n proporcionada por el sustrato semiconductor dopado n 11, la al menos una capa frontal dopada p 12 (emisor) y la al menos una capa posterior dopada n 13 (campo superficial posterior) actúa como dos diodos en oposición que bloquean un flujo de corriente en dirección lateral. Si la al menos una capa posterior 13 se formara antes de la formación de la al menos una capa frontal 12, eso daría lugar a una derivación.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de una celda solar de heterounión (1), comprendiendo la celda solar (1) un lado frontal para una incidencia de luz en la celda solar (1) y un lado posterior opuesto al lado frontal, incluyendo el método los pasos de

5 - proporcionar un sustrato semiconductor (11) dopado y texturizado, teniendo dicho sustrato semiconductor (11) una superficie frontal (17) y una superficie posterior (18) opuestas entre sí y un borde (19) que rodea el sustrato semiconductor (11);

10 - formar al menos una capa frontal (12) sobre la superficie frontal (17) del sustrato semiconductor (11), en donde la al menos una capa frontal (12) cubre al menos una parte del borde (19) del sustrato semiconductor (11), conteniendo dicha al menos una capa frontal (12) átomos o moléculas semiconductoras dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo, en donde dicha al menos una capa frontal (12) forma un emisor o un campo de superficie frontal de la celda solar (1);

15 - formar al menos una capa posterior (13) sobre la superficie posterior (18) del sustrato semiconductor (11), conteniendo dicha al menos una capa posterior (13) átomos o moléculas semiconductoras dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo, en donde dicha al menos una capa posterior (13) forma un campo de superficie posterior o un emisor posterior de la celda solar (1), y en donde la al menos una capa frontal (12) se forma antes de la formación de la al menos una capa posterior (13), y la al menos una capa posterior (13) cubre al menos una parte del borde del sustrato semiconductor (11) y también cubre al menos una parte de la al menos una capa frontal (12) que se superpone al borde del sustrato semiconductor (11);

20 - formar un revestimiento antirreflejo eléctricamente conductor (14) sobre la al menos una capa frontal (12), siendo dicho revestimiento antirreflejo (14) al menos parcialmente transparente a la luz que irradia hacia la celda solar (1), en donde el revestimiento antirreflejo (14) cubre al menos una parte de la al menos una capa posterior (13) superponiéndose al borde (19);

- formar un revestimiento posterior eléctricamente conductor (15) sobre la al menos una capa posterior (13); y

- formar una metalización de rejilla frontal (21) sobre el revestimiento antirreflejo (14);

25 en donde el revestimiento posterior conductor (15) se forma sobre la superficie de la al menos una capa posterior (13) con una distancia hasta el borde (19) del sustrato semiconductor (11), dejando un área de margen de la superficie de la al menos una capa posterior (13) y el borde (19) del sustrato semiconductor (11) libre del revestimiento posterior conductor (15), en donde no hay contacto eléctrico entre el revestimiento posterior conductor (15) y el revestimiento antirreflejos conductor (14) en absoluto durante todo el proceso de formación del revestimiento posterior conductor (15),

30 en donde dicho revestimiento antirreflejo eléctricamente conductor (14) cubre toda la superficie de la al menos una capa frontal (12), caracterizado por que el revestimiento antirreflejo eléctricamente conductor (14) cubre al menos una parte del borde (19) del sustrato semiconductor (11).

2. El método de la reivindicación 1, en el que el revestimiento posterior conductor (15) se forma con una distancia de 5 µm a 10 mm desde el borde (19) del sustrato semiconductor (11).

35 3. El método de la reivindicación 2, en el que el revestimiento posterior conductor (15) se forma con una distancia de 30 µm a 3 mm desde el borde (19) del sustrato semiconductor (11).

40 4. El método de al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento posterior conductor (15) se deposita sobre la superficie de la al menos una capa posterior (13) a través de una máscara de sombra (16) que tiene una abertura (20) que está adaptada a las dimensiones del sustrato semiconductor (11), pero más pequeña, y que tiene una región de cubierta alrededor de esta abertura (20) que cubre al menos el área marginal de la superficie de la al menos una capa posterior (13) durante la deposición.

5. El método de al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el revestimiento posterior conductor (15) se deposita sobre toda la superficie de la al menos una capa posterior (13), seguido de una eliminación de un aro del revestimiento posterior conductor (15).

45 6. El método de la reivindicación 5, en el que la eliminación del aro del revestimiento posterior conductor (15) se realiza mediante grabado químico y/o despegue y/o ablación láser del aro del revestimiento posterior conductor (15).

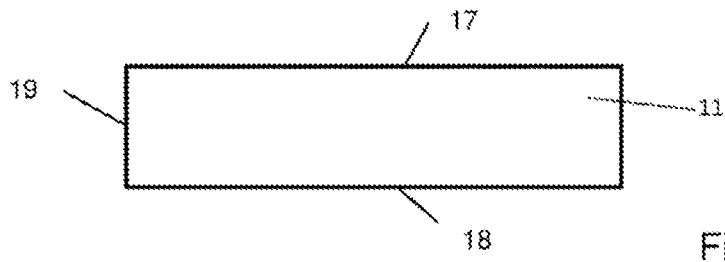


Fig. 1

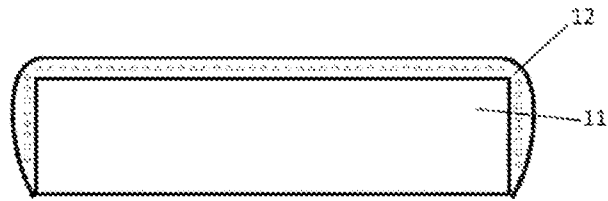


Fig. 2

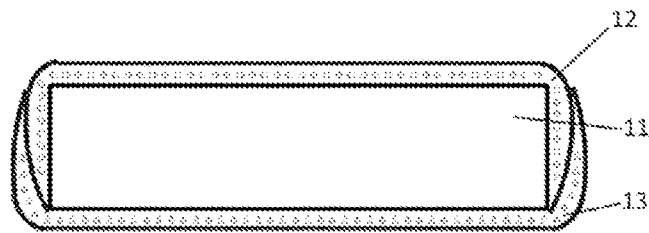


Fig. 3

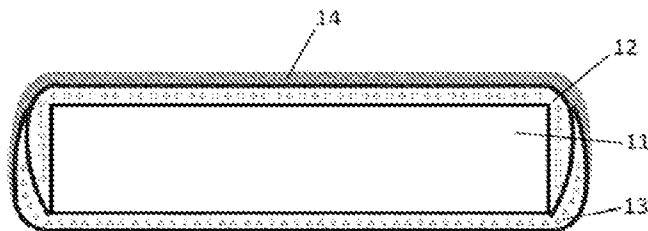


Fig. 4

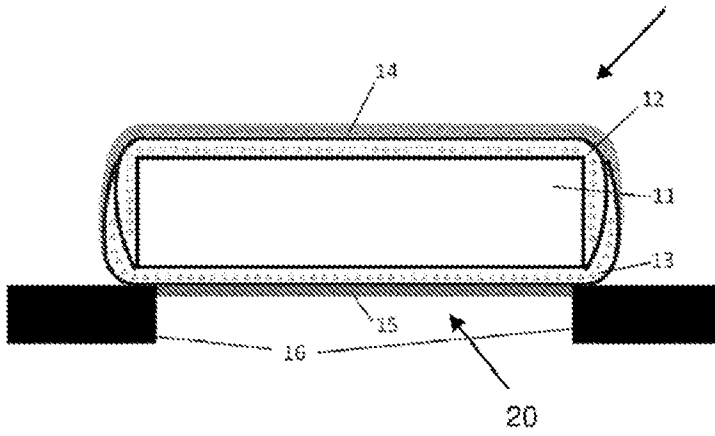


Fig. 5

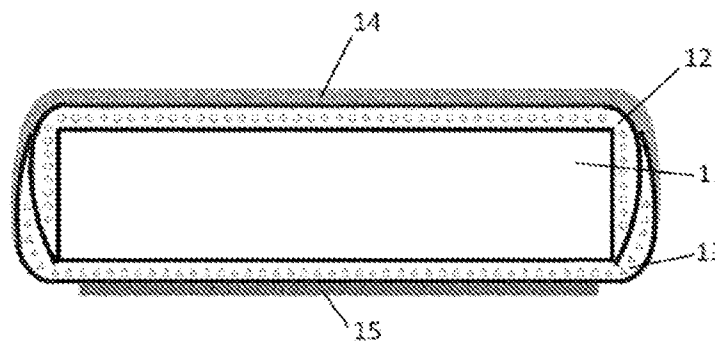


Fig. 6

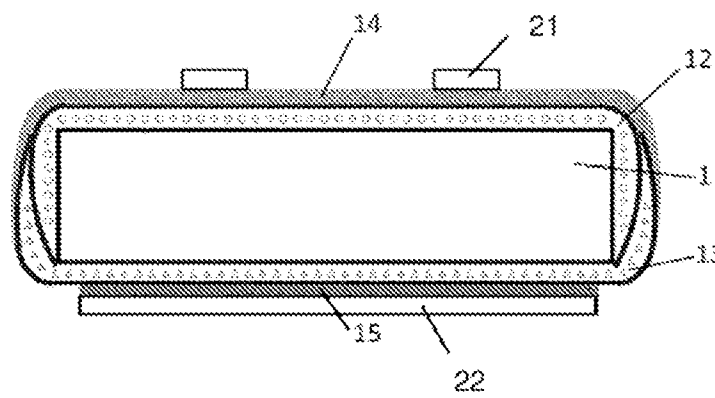


Fig. 7

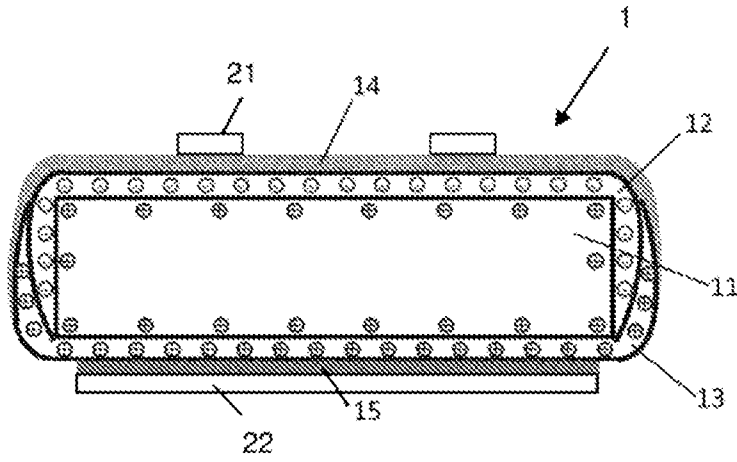


Fig. 8

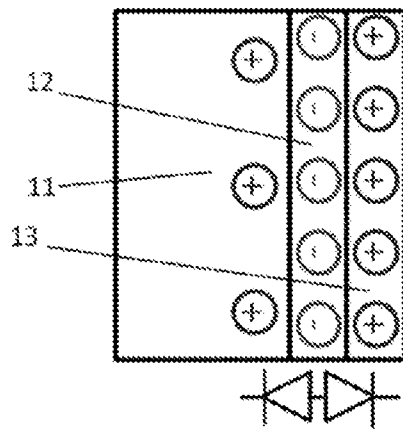


Fig. 9