

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 873 473**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/072 (2012.01)

H01L 31/0747 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2012** **E 12004905 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **22.11.2023** **EP 2682990**

54 Título: **Procedimientos de fabricación de células solares de heterounión con aislamiento de bordes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
07.06.2024

73 Titular/es:

MEYER BURGER (GERMANY) GMBH (100.0%)
An der Baumschule 6-8
09337 Hohenstein-Ernstthal, DE

72 Inventor/es:

PAPET, PIERRE, DR. y
LACHENAL, DAMIEN, DR.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 873 473 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimientos de fabricación de células solares de heterounión con aislamiento de bordes

- 5 La presente invención se refiere a procedimientos de fabricación de una célula solar de heterounión, teniendo la célula solar un lado anterior para la incidencia de luz en la célula solar y un lado posterior opuesto al lado anterior. El procedimiento incluye las etapas de: proporcionar un sustrato semiconductor dopado y texturizado, teniendo dicho sustrato semiconductor una superficie anterior y una superficie posterior opuestas entre sí y un borde que rodea el sustrato semiconductor; formar al menos una capa anterior en la superficie anterior del sustrato semiconductor, 10 conteniendo dicha al menos una capa anterior átomos o moléculas semiconductores dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo; formar al menos una capa posterior en la superficie posterior del sustrato semiconductor, conteniendo dicha al menos una capa posterior átomos o moléculas semiconductores dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo; formar un recubrimiento antirreflectante eléctricamente conductor sobre la al menos una capa anterior, cubriendo dicho recubrimiento antirreflectante toda la superficie de la al menos una capa anterior y siendo al menos parcialmente transparente a la luz que irradia en la célula solar; formar 15 un recubrimiento posterior eléctricamente conductor sobre la al menos una capa posterior; y formar una metalización de rejilla anterior sobre el recubrimiento antirreflectante.
- 20 En el estado de la técnica se conocen procedimientos y células solares de heterounión acordes de este tipo en diferentes variantes. Las células solares de heterounión convencionales están formadas a partir de un sustrato dopado tipo n, formándose un emisor dopado tipo p en un lado anterior de este sustrato. Este lado anterior corresponde a la cara en la que principalmente entra la luz solar en la célula solar. La fabricación de este tipo de célula solar implica la deposición de la capa de emisor con dopaje p sobre el lado anterior del sustrato y la deposición de una capa con dopaje n formando un campo de superficie posterior en el lado posterior del sustrato. En otras células solares, el tipo 25 de dopaje utilizado para el sustrato y las capas dopadas puede ser al revés. Además, también es posible colocar el emisor en el lado posterior del sustrato y formar una capa de campo de superficie anterior en el lado anterior del sustrato.
- 30 Para mejorar el rendimiento de las células pueden utilizarse capas intrínsecas entre el sustrato y las capas dopadas. Las capas dopadas e intrínsecas pueden ser de cualquier tipo de material. Lo más comúnmente, estas capas se basan en silicio en una fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo.
- 35 En las células solares de heterounión, es necesario evitar un cortocircuito eléctrico entre las capas eléctricamente conductoras en los lados anterior y posterior de la célula solar. Puesto que normalmente se forma un cortocircuito no deseado como éste alrededor de los bordes, es decir, las superficies laterales, del sustrato semiconductor utilizado, los procedimientos para evitar estos cortocircuitos se denominan procedimientos de aislamiento de bordes. En el estado de la técnica, existen diferentes tecnologías que se sabe que proporcionan un aislamiento de bordes de células solares de heterounión.
- 40 El documento US 5.935.344 A describe un procedimiento para el aislamiento de bordes de células solares de heterounión que utiliza una estructuración de las películas conductoras eléctricas en el lado anterior o en el lado posterior de la célula solar mediante perforación láser. Como resultado de esta estructuración, se forma un canal en una parte periférica del lado anterior o del lado posterior de la célula solar, atravesando el canal al menos la respectiva película conductora transparente y la respectiva capa de silicio amorfo dopada. El canal rodea de manera continua el 45 cuerpo laminado de las capas conductoras eléctricas formadas en el lado anterior o en el lado posterior de la célula solar. Alternativamente, el documento sugiere retirar todas las capas depositadas en las superficies laterales del sustrato o exponer las superficies laterales del sustrato al menos parcialmente formando un canal continuo alrededor de las superficies laterales del sustrato mediante irradiación láser. Esta tecnología incluye el riesgo de producir daños en determinadas regiones del sustrato y las capas de la célula solar por el impacto del láser. La estructuración de la película conductora transparente anterior, tal como se sugiere en una forma de realización de este documento, lleva, 50 además, a una disminución en el rendimiento de la célula.
- 55 En el documento WO 2012/059878 A1 se da a conocer otro procedimiento de aislamiento de bordes de células solares. Durante la fabricación de la célula solar propuesta, se aplica una línea estrecha de recubrimiento a lo largo del borde de célula en un lado o en ambos lados o en el borde de la célula solar antes de la deposición de películas eléctricamente conductoras en el lado anterior y/o posterior de la célula solar. Tras la deposición de las películas conductoras, se retira la línea estrecha de recubrimiento mediante una etapa de procesamiento en húmedo o seco. Por tanto, puede implementarse una interrupción de las capas conductoras eléctricas en el lado anterior y/o posterior de la célula solar para evitar cortocircuitos entre el lado anterior y posterior de la célula solar. Aunque este 60 procedimiento es muy eficaz, requiere, en primer lugar, una formación local muy sensible de la línea estrecha y delgada en el borde del sustrato, algo que no es sencillo de realizar, y en segundo lugar, la retirada de esta línea estrecha situada debajo de la película conductora, lo que conlleva el riesgo de retirar de manera involuntaria partes adyacentes adicionales de la película conductora.
- 65 El documento EP 1 881 534 A2 se refiere a un módulo de célula solar que incluye varios elementos fotovoltaicos. Cada uno de los elementos fotovoltaicos comprende un sustrato de silicio monocristalino de tipo n en cuyo lado anterior se

proporcionan una capa de silicio amorfo intrínseca, una capa de silicio amorfo de tipo p, una capa de óxido de indio y un electrodo en forma de peine, mientras que se proporcionan una capa de silicio amorfo intrínseca, una capa de silicio amorfo de tipo n, una capa de óxido de indio y un electrodo en forma de peine en el lado posterior del sustrato. El borde del sustrato carece de capas.

Por tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar procedimientos sencillos y de bajo coste de fabricación de una célula solar de heterounión, donde se eviten cortocircuitos entre el lado anterior y posterior de la célula solar y la célula solar no se dañe por las etapas del procedimiento y muestre un buen rendimiento de la célula.

Este objetivo se alcanza mediante los procedimientos según las reivindicaciones independientes 1 y 2. En estos procedimientos, el recubrimiento posterior conductor se forma en la superficie de la al menos una capa posterior con una distancia con respecto al borde del sustrato semiconductor, dejando una zona 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 recubrimiento posterior conductor, donde no hay contacto eléctrico entre el recubrimiento posterior conductor y el recubrimiento antirreflectante conductor durante todo el proceso de formación del recubrimiento posterior conductor, en la que la al menos una capa anterior se forma antes de formación de la al menos una capa posterior, la al menos una capa posterior se superpone a la al menos una capa anterior, lo que lleva al efecto de que se forma una estructura horizontal de una pila de capas n/p/n o una pila de capas p/n/p en el borde de célula que actúa como dos diodos opuestos que bloquean el flujo de corriente en la dirección lateral, y el recubrimiento antirreflectante conductor cubre toda la superficie de la al menos una capa anterior y una parte del borde del sustrato semiconductor.

En los procedimientos de la presente invención, ya durante la etapa de formar el recubrimiento posterior eléctricamente conductor se cumplen todos los requisitos para evitar cortocircuitos entre el lado anterior y posterior de la célula solar. Formando el recubrimiento posterior eléctricamente conductor solo en una parte central del sustrato dejando un margen hasta el borde del sustrato libre, el recubrimiento posterior conductor ni cubre ni se solapa con las superficies laterales del sustrato y por tanto, no entra en contacto con una capa conductora en el lado anterior de la célula solar. Los procedimientos de la presente invención utilizan para este fin etapas de proceso convencionales, como una deposición a través de una máscara, que no influye negativamente en el sustrato de la célula solar o sus capas. Los procedimientos de aislamiento de bordes de la presente invención pueden implementarse fácilmente en el flujo de proceso de la célula solar sin coste adicional. Por tanto, mediante la presente invención, pueden proporcionarse procedimientos sencillos y de bajo coste, aunque muy fiables y eficaces para el aislamiento de bordes de células solares de heterounión.

Los procedimientos de la presente invención no implican una estructuración de la(s) capa(s) conductora(s) transparente(s) en la parte anterior de la célula solar. Sin esta estructuración de lado anterior, el área anterior de la célula es más grande y permite recoger más luz y generar más corriente. Además, la película conductora transparente anterior uniforme (recubrimiento antirreflectante) proporciona un mejor aspecto de la célula para la integración de los módulos.

Los procedimientos de aislamiento de bordes la presente invención solo es eficaz si las etapas de fabricación de la célula utilizadas se realizan en un orden definido. En particular, en la presente invención, la al menos una capa anterior se forma antes de formar 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 anterior, existiría un alto riesgo de derivaciones en el borde de célula.

En una variante del procedimiento de la presente invención, el recubrimiento posterior conductor se forma con una distancia de 5 μm a 10 mm con respecto al borde del sustrato semiconductor. En otra forma de realización mejorada de la presente invención, el recubrimiento posterior conductor se forma con una distancia de 30 μm a 3 mm con respecto al borde del sustrato semiconductor.

Resulta especialmente beneficioso que el recubrimiento posterior conductor se deposite en la superficie de la al menos una capa posterior a través de una máscara de sombra que tiene una abertura adaptada a las dimensiones del sustrato semiconductor, aunque menor, y que tiene una zona de cobertura 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 este modo el borde del sustrato durante la deposición del recubrimiento posterior conductor. Por ejemplo, la máscara puede proteger de unos cuantos micrómetros a milímetros el borde de célula de la deposición de película. La máscara puede integrarse fácilmente en un soporte de una herramienta de deposición. Con este procedimiento, puede realizarse un aislamiento de bordes durante la deposición de película conductora de lado posterior sin que sea necesaria una etapa adicional para realizar el aislamiento de bordes. Esto lleva a una reducción de las etapas del proceso lo que reduce los costes finales de la célula.

Según otra opción de la presente invención, el recubrimiento posterior conductor se deposita en toda la superficie de la al menos una capa posterior, seguido de una retirada de un reborde del recubrimiento posterior conductor.

La retirada del reborde del recubrimiento posterior conductor puede realizarse mediante grabado químico y/o desprendimiento y/o ablación por láser del reborde del recubrimiento posterior conductor.

Las células solares de heterounión aquí descritas tienen un lado anterior para la incidencia de luz en la célula solar y un lado posterior opuesto al lado anterior, comprendiendo la célula solar: un sustrato semiconductor dopado y texturizado, teniendo dicho sustrato semiconductor una superficie anterior y una superficie posterior opuestas entre sí y un borde que rodea el sustrato semiconductor; al menos una capa anterior formada en la superficie anterior del sustrato semiconductor, conteniendo dicha al menos una capa anterior átomos o moléculas semiconductores dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo; al menos una capa posterior formada en la superficie posterior del sustrato semiconductor, conteniendo dicha al menos una capa posterior átomos o moléculas semiconductores dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo; un recubrimiento antirreflectante eléctricamente conductor formado en la al menos una capa anterior, cubriendo dicho recubrimiento antirreflectante toda la superficie de la al menos una capa anterior y siendo al menos parcialmente transparente a la luz que irradia en la célula solar; un recubrimiento posterior eléctricamente conductor formado en la al menos una capa posterior; una metalización de rejilla anterior formada en el recubrimiento antirreflectante; y un electrodo posterior formado en el recubrimiento posterior conductor; en el que el recubrimiento posterior conductor se forma en la superficie de la al menos una capa posterior con una distancia con respecto al borde del sustrato semiconductor, dejando una zona 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 recubrimiento posterior conductor, donde no hay contacto eléctrico entre el recubrimiento posterior conductor y el recubrimiento antirreflectante conductor.

Las células solares de heterounión pueden producirse sin estructuración de la película conductora transparente anterior que forma el recubrimiento antirreflectante de la célula solar. Esto permite una mejor recogida de luz y un mejor rendimiento de las células con un aspecto homogéneo de lado anterior de la célula solar sin gradiente de color del recubrimiento antirreflectante en el borde de la célula solar.

En las células solares de heterounión, la al menos una capa posterior se solapa con la al menos una capa anterior. Esto lleva al efecto de que se forma una estructura horizontal de una pila de capas n/p/n o p/n/p en el borde de célula que actúa como dos diodos opuestos que bloquean el flujo de corriente en la dirección lateral.

A modo de ejemplo, el recubrimiento posterior conductor tiene una distancia de 5 μ m a 10 mm con respecto al borde del sustrato semiconductor. Esto da como resultado un aislamiento eléctrico muy seguro del lado anterior y del lado posterior de la célula solar de heterounión.

A continuación, con referencia a los dibujos se explicará una forma de realización conveniente de los procedimientos de la presente invención. En los dibujos

la figura 1 muestra esquemáticamente un sustrato semiconductor utilizado para fabricar una célula solar de heterounión según la presente invención en una vista en sección;

la figura 2 muestra esquemáticamente el sustrato de la figura 1 cubierto por al menos una capa anterior en una superficie anterior del sustrato semiconductor;

la figura 3 muestra esquemáticamente la estructura de la figura 2 cubierta por al menos una capa posterior en una superficie posterior del sustrato semiconductor;

la figura 4 muestra esquemáticamente la estructura de la figura 3 cubierta por un recubrimiento antirreflectante eléctricamente conductor formado en la al menos una capa anterior;

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

la figura 6 muestra esquemáticamente la estructura de la figura 5 con la máscara retirada;

la figura 7 muestra esquemáticamente una célula solar de heterounión que se forma a partir de la estructura de la figura 6 más la formación de una metalización de rejilla anterior y un electrodo posterior;

la figura 8 corresponde a la figura 7 con cargas añadidas que ilustra la distribución de cargas en el lado anterior, en el lado posterior y en el borde de la célula solar de heterounión; y

la figura 9 muestra esquemáticamente la pila de capas presentes en el borde de la célula solar de heterounión de la figura 8.

Las figuras 1 a 7 muestran esquemáticamente una secuencia ventajosa de las etapas del proceso de un procedimiento de la presente invención que da como resultado una célula solar de heterounión 1. Las etapas mostradas en las figuras 1 a 7 son solo figuras representativas que muestran detalles característicos, pero no todos los detalles del proceso utilizado.

Como se muestra en la figura 1, este procedimiento de la presente invención comienza con un sustrato semiconductor 11. El sustrato semiconductor 11 puede consistir en un material semiconductor que puede tener cualquier tamaño y dopaje. En la forma de realización mostrada, el sustrato semiconductor 11 es 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 célula solar a producir. El sustrato semiconductor 11 tiene una superficie anterior 17 para que incida la mayor parte de la luz y una superficie posterior 18 opuesta a la superficie anterior 17. La superficie anterior 17 del sustrato semiconductor 11 está texturizada para disminuir la reflexión de la luz recibida. Además, el sustrato semiconductor 11 tiene un borde 19 que rodea la mayor parte del sustrato semiconductor 11 y se extiende entre la superficie anterior 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 figura 1, sino que también puede ser convexo o de punta. Como es habitual en la tecnología de semiconductores, se limpia el sustrato semiconductor 11. Las etapas de limpieza se realizan antes y/o después de las etapas siguientes del procedimiento, también, y no se mencionarán especialmente en cada caso.

Con referencia a la figura 2, en una etapa siguiente del procedimiento de la presente invención, se forma al menos una capa anterior 12 en la superficie anterior 17 del sustrato semiconductor 11. La al menos una capa anterior 12 puede ser una capa o una pila de capas. La al menos una capa anterior 12 también puede cubrir al menos una parte del borde 19 del sustrato semiconductor 11. La al menos una capa anterior 12 contiene átomos o moléculas semiconductores dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo. Por ejemplo, la al menos una capa anterior 12 puede consistir en una capa de silicio intrínseca formada directamente en la superficie anterior 17 del sustrato semiconductor 11 y una capa de silicio amorfo dopada, tal como una capa de silicio amorfo con dopaje de tipo p, formada en la capa intrínseca. En otras formas de realización de la invención, puede omitirse esta capa intrínseca. La al menos una capa anterior 12 se deposita preferiblemente mediante PECVD (deposición física de vapor mejorada por plasma). La al menos una capa anterior 12 tiene normalmente un grosor de menos de 50 nm. Dependiendo del tipo de célula solar a producir, la al menos una capa anterior 12 formará un emisor o un campo de superficie anterior de la célula solar.

Como se muestra en la figura 3, en una etapa adicional del procedimiento de la presente invención, al menos una capa posterior 13 se forma en la superficie posterior 18 del sustrato semiconductor 11. En la forma de realización mostrada del procedimiento de la presente invención, la al menos una capa posterior 13 se forma explícitamente tras la formación de la al menos una capa anterior 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 normalmente un grosor 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 cubre al menos una parte de la al menos una capa anterior 12 que se solapa con el borde 19 del sustrato semiconductor 11.

La al menos una capa posterior 13 contiene átomos o moléculas semiconductores 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 intrínseca formada directamente en la superficie posterior 18 del sustrato semiconductor 11 y una capa de silicio amorfo dopada, tal como una capa de silicio amorfo con dopaje de tipo n⁺, formada en la capa intrínseca. En otras formas de realización de la invención, puede omitirse esta capa intrínseca. Dependiendo del tipo de célula solar a producir, la al menos una capa posterior 13 formará un campo de superficie posterior o un emisor posterior.

En la etapa de procedimiento mostrada en la figura 4, se forma un recubrimiento antirreflectante eléctricamente conductor 14 en la al menos una capa anterior 12. El recubrimiento antirreflectante 14 es al menos parcialmente transparente a la luz que irradia en la célula solar. Por ejemplo, pueden utilizarse muchos óxidos conductores transparentes, como óxido de indio u óxido de indio y estaño, como material para el recubrimiento antirreflectante 14. El recubrimiento antirreflectante 14 cubre al menos toda la superficie de la al menos una capa anterior 12. El recubrimiento antirreflectante 14 también cubre una parte del borde 19 del sustrato semiconductor 11 y puede cubrir al menos una parte de la al menos una capa posterior 13 que se solapa con el borde 19 y/o al menos una parte de la al menos una capa anterior 12 que se solapa con el borde 19.

Como se mencionó anteriormente, como el borde 19 del sustrato semiconductor 11 puede cubrirse con una combinación variable de capas que forman parte de la al menos una capa anterior 12 y/o la al menos una capa posterior 13 y/o el recubrimiento antirreflectante 14, a continuación así como en las reivindicaciones la expresión "borde 19" se entenderá como toda(s) la(s) superficie(s) lateral(es) circundante(s) del sustrato semiconductor 11 con y/o sin estas capas o partes de capas adicionales.

En una etapa siguiente del procedimiento de la presente invención mostrada en la figura 5, se proporciona una máscara 16 en el lado posterior de la estructura. La máscara 16 es una máscara de sombra con una zona de cobertura que cubre el borde 19 del sustrato semiconductor 11 así como un margen de la al menos una capa posterior 13. En su zona central, la máscara tiene una abertura 20. La forma de la abertura 20 está adaptada a la forma del sustrato semiconductor 11, aunque tiene dimensiones más pequeñas. El margen puede tener, por ejemplo, una dimensión radial de unos cuantos micrómetros a unos cuantos milímetros, tal como de aproximadamente 5 µm a aproximadamente 10 mm, preferiblemente de aproximadamente 30 µm a 3 mm, medida con respecto al borde 19 del sustrato semiconductor 11. A través de la abertura 20 de la máscara 16, se deposita un recubrimiento posterior

eléctricamente conductor 15 en la superficie de la al menos una capa posterior 13. Gracias a la máscara 16, el recubrimiento posterior eléctricamente conductor 15 se forma solo en la superficie de la al menos una capa posterior 13 con una distancia con respecto al borde 19 del sustrato semiconductor 11, dejando una zona 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 recubrimiento posterior conductor 15. No existe contacto eléctrico entre el recubrimiento posterior conductor 15 y el recubrimiento antirreflectante conductor 14 durante todo el proceso de formación del recubrimiento posterior conductor 15. El área cubierta por el recubrimiento posterior conductor 15 debería maximizarse sin estar en contacto con el recubrimiento antirreflectante 14.

El recubrimiento antirreflectante 14 y el recubrimiento posterior conductor 15 pueden depositarse en cualquier orden o al mismo tiempo.

El recubrimiento posterior conductor 15 puede formarse por una(s) película(s) conductora(s) transparente(s) y/o película(s) metálica(s). La(s) película(s) de recubrimiento posterior conductor 15 puede(n) depositarse mediante técnicas de pulverización o evaporación.

En otras formas de realización de la presente invención, la etapa de la figura 5 puede sustituirse por dos subetapas en las que en una primera subetapa se deposita el recubrimiento posterior conductor 15 en la superficie de la al menos una capa posterior 13. Durante la deposición del recubrimiento posterior conductor 15 debe evitarse un contacto eléctrico entre el recubrimiento posterior conductor 15 y el recubrimiento antirreflectante 14. En una segunda subetapa, se retira un reborde del recubrimiento posterior conductor 15. La retirada de este reborde del recubrimiento posterior conductor 15 puede realizarse mediante grabado químico y/o desprendimiento del reborde y/o ablación por láser.

La figura 6 muestra esquemáticamente la estructura de la figura 5 tras la retirada de la máscara 16.

Como se muestra esquemáticamente en la figura 7, el procedimiento de fabricación de una célula solar de heterounión 1 según la presente invención termina con la formación de una metalización de rejilla anterior 21. En algunos casos, en una etapa adicional, se forma un electrodo posterior 22 mediante una metalización del lado posterior del recubrimiento posterior conductor 15.

La figura 8 corresponde a la figura 7 con cargas añadidas que ilustra la distribución de cargas en el lado anterior, en el lado posterior y en el borde 19 de la célula solar de heterounión 1, donde en el ejemplo mostrado, el sustrato semiconductor 11 es de dopaje tipo n, la al menos una capa anterior 12 tiene un dopaje de tipo p y la al menos una capa posterior 13 tiene un dopaje de tipo n.

La figura 9 muestra esquemáticamente la pila de capas 11, 12, 13 presentes en el borde 19 de la célula solar de heterounión 1 de la figura 8. La estructura horizontal n/(i)p/(i)n proporcionada por el sustrato semiconductor con dopaje de tipo n 11, la al menos una capa anterior con dopaje de tipo p 12 (emisor) y la al menos una capa posterior con dopaje de tipo n (13) (campo de superficie posterior) actúa como dos diodos opuestos que bloquean un flujo de corriente en la dirección lateral. Si la al menos una capa posterior 13 se formara antes de formar la al menos una capa anterior 12, ello llevaría a una derivación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una célula solar de heterounión (1), comprendiendo la célula solar (1) un lado anterior para la incidencia de luz en la célula solar (1) y un lado posterior opuesto al lado anterior, incluyendo el procedimiento las etapas de

- proporcionar un sustrato semiconductor con dopaje de tipo n y texturizado (11), teniendo dicho sustrato semiconductor (11) una superficie anterior (17) y una superficie posterior (18) opuestas entre sí y un borde (19) que rodea el sustrato semiconductor (11);

- formar al menos una capa anterior (12) en la superficie anterior (17) del sustrato semiconductor (11), conteniendo dicha al menos una capa anterior (12) átomos o moléculas semiconductores dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo, en el que dicha al menos una capa anterior (12) tiene un dopaje de tipo p;

- formar al menos una capa posterior (13) en la superficie posterior (18) del sustrato semiconductor (11), conteniendo dicha al menos una capa posterior (13) átomos o moléculas semiconductores dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo, en el que dicha al menos una capa posterior (13) tiene un dopaje de tipo n;

- formar un recubrimiento antirreflectante eléctricamente conductor (14) en la al menos una capa anterior (12), siendo dicho recubrimiento antirreflectante (14) al menos parcialmente transparente a la luz que irradia en la célula solar (1);

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

- formar una metalización de rejilla anterior (21) en el recubrimiento antirreflectante (14); en el que

el recubrimiento posterior conductor (15) se forma en la superficie de la al menos una capa posterior (13) con una distancia con respecto al 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 recubrimiento posterior conductor (15), donde no hay contacto eléctrico entre el recubrimiento posterior conductor (15) y el recubrimiento antirreflectante conductor (14) durante todo el proceso de formación del recubrimiento posterior conductor (15), caracterizado por que la al menos una capa anterior (12) se forma antes de formar la al menos una capa posterior (13), la al menos una capa posterior (13) se solapa con la al menos una capa anterior (12) conduciendo al efecto de que se forma una estructura horizontal de una pila de capas n/p/n en el borde de célula que actúa como dos diodos opuestos que bloquean el flujo de corriente en la dirección lateral, y el recubrimiento antirreflectante eléctricamente conductor (14) cubre toda la superficie de la al menos una capa anterior (12) y una parte del borde (19) del sustrato semiconductor (11).

2. Procedimiento de fabricación de una célula solar de heterounión (1), comprendiendo la célula solar (1) un lado anterior para la incidencia de luz en la célula solar (1) y un lado posterior opuesto al lado anterior, incluyendo el procedimiento las etapas de

- proporcionar un sustrato semiconductor con dopaje de tipo p y texturizado (11), teniendo dicho sustrato semiconductor (11) una superficie anterior (17) y una superficie posterior (18) opuestas entre sí y un borde (19) que rodea el sustrato semiconductor (11);

- formar al menos una capa anterior (12) en la superficie anterior (17) del sustrato semiconductor (11), conteniendo dicha al menos una capa anterior (12) átomos o moléculas semiconductores dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo, en el que dicha al menos una capa anterior (12) tiene un dopaje de tipo n;

- formar al menos una capa posterior (13) en la superficie posterior (18) del sustrato semiconductor (11), conteniendo dicha al menos una capa posterior (13) átomos o moléculas semiconductores dispuestos en fase amorfa y/o microcristalina y/o de óxido y/o de carburo, en el que dicha al menos una capa posterior (13) tiene un dopaje de tipo p;

- formar un recubrimiento antirreflectante eléctricamente conductor (14) en la al menos una capa anterior (12), siendo dicho recubrimiento antirreflectante (14) al menos parcialmente transparente a la luz que irradia en la célula solar (1);

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

- formar una metalización de rejilla anterior (21) en el recubrimiento antirreflectante (14); en el que

el recubrimiento posterior conductor (15) se forma en la superficie de la al menos una capa posterior (13) con una distancia con respecto al 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 recubrimiento posterior conductor (15), donde no hay contacto eléctrico entre el recubrimiento posterior conductor (15) y el recubrimiento antirreflectante conductor (14) durante todo el proceso de formación del recubrimiento posterior conductor (15), caracterizado por que la al menos una capa anterior (12) se forma antes de formar la al menos una capa posterior

- (13), la al menos una capa posterior (13) se solapa con la al menos una capa anterior (12), conduciendo al efecto de que se forma una estructura horizontal de una pila de capas n/p/n en el borde de célula que actúa como dos diodos opuestos que bloquean el flujo de corriente en la dirección lateral,
y el recubrimiento antirreflectante eléctricamente conductor (14) cubre toda la superficie de la al menos una capa anterior (12) y una parte del borde (19) del sustrato semiconductor (11).
- 5
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el recubrimiento posterior conductor (15) se forma con una distancia de 5 μ m a 10 mm con respecto al borde (19) del sustrato semiconductor (11).
- 10
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que el recubrimiento posterior conductor (15) se forma con una distancia de 30 μ m a 3 mm con respecto al borde (19) del sustrato semiconductor (11).
- 15
5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el recubrimiento posterior conductor (15) se deposita en la superficie de la al menos una capa posterior (13) a través de una máscara de sombra (16) que tiene una abertura (20) adaptada a las dimensiones del sustrato semiconductor (11), aunque menor, y que tiene una zona de cobertura alrededor de esta abertura (20) que cubre al menos el área de margen de la superficie de la al menos una capa posterior (13) durante la deposición.
- 20
6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el recubrimiento posterior conductor (15) se deposita en toda la superficie de la al menos una capa posterior (13), seguido de una retirada de un reborde del recubrimiento posterior conductor (15).
- 25
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que la retirada del reborde del recubrimiento posterior conductor (15) se realiza mediante grabado químico y/o desprendimiento y/o ablación por láser del reborde del recubrimiento posterior conductor (15).

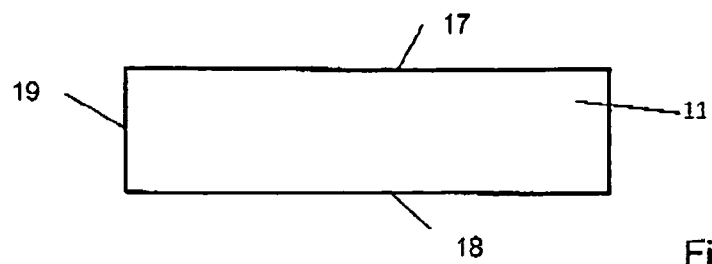


Fig. 1

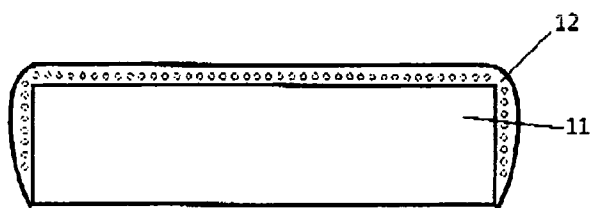


Fig. 2

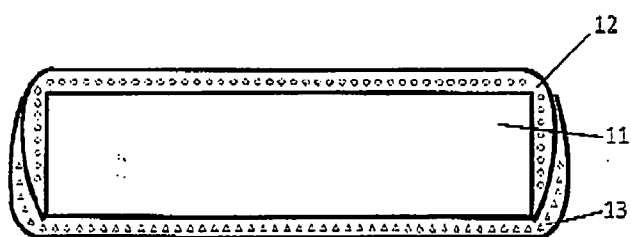


Fig. 3

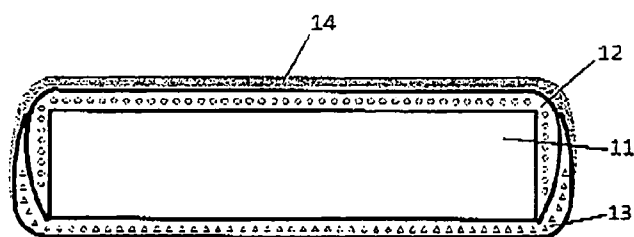
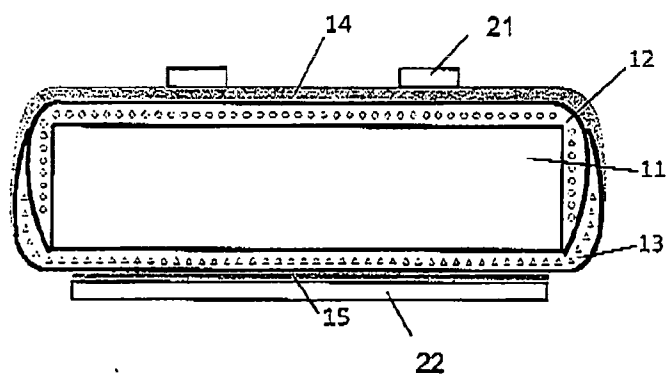
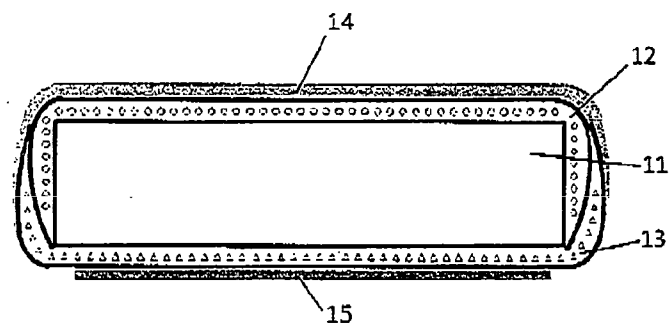
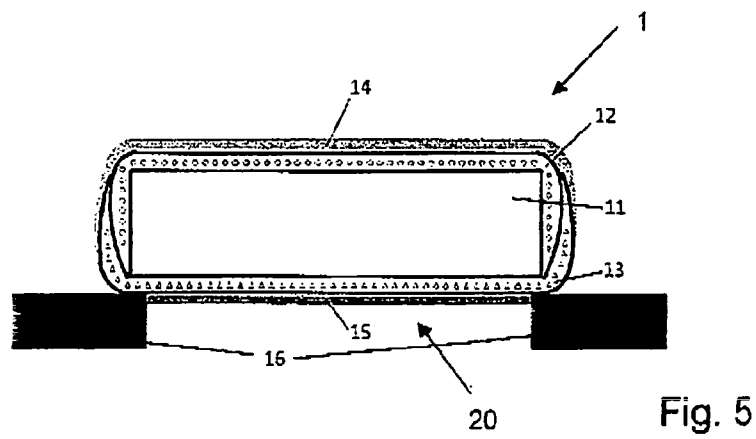


Fig. 4



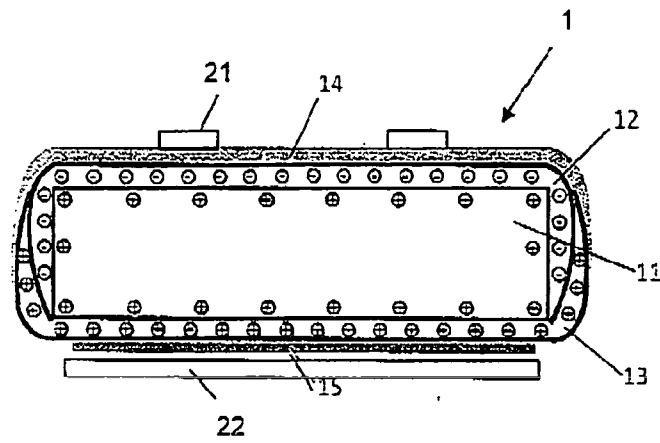


Fig. 8

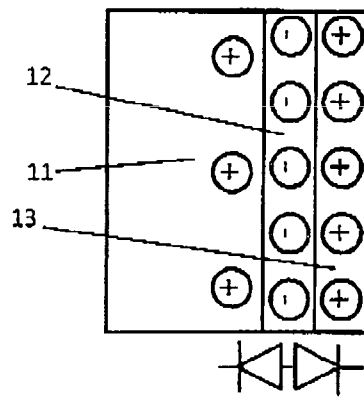


Fig. 9