

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 936**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0216 (2014.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/0745 (2012.01)

H01L 31/0747 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2021** **E 21000298 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2023** **EP 4123723**

54 Título: **Estructura de contacto pasivada y célula solar que comprende la misma, unidad de células y sistema fotovoltaico**

30 Prioridad:

22.07.2021 CN 202110828475

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

11.12.2023

73 Titular/es:

SOLARLAB AIKO EUROPE GMBH (100.0%)

**Berliner Allee 29
79110 Freiburg, DE**

72 Inventor/es:

**CHEN, GANG;
XU, WENLI;
QIU, KAIFU;
WANG, YONGQIAN y
YANG, XINQIANG**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 955 936 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

Estructura de contacto pasivada y célula solar que comprende la misma, unidad de células y sistema fotovoltaico

La invención se refiere al campo técnico de las células solares y, en particular, a una estructura de contacto pasivada y a una célula solar que comprende la misma, una unidad de células y un sistema fotovoltaico.

5 La electricidad generada mediante células solares es una fuente de energía limpia y sostenible. Debido al efecto fotovoltaico en la unión p-n de un semiconductor, la luz solar se puede convertir en energía eléctrica. La eficacia de conversión es un indicador importante del rendimiento de las células fotovoltaicas. En una célula de contacto posterior interdigitado (IBC, *interdigitated back contact*), se diseña un electrodo positivo/negativo en la parte posterior de la célula, de manera que una superficie delantera no quede apantallada en forma alguna por una rejilla metálica, eliminando por tanto completamente las pérdidas ópticas producidas por el apantallamiento producido por la rejilla metálica. Además, la anchura del electrodo se puede diseñar más amplia que la de un electrodo convencional, de manera que se reducen las pérdidas por la resistencia en serie, mejorando significativamente de este modo la eficacia de conversión. Además, puesto que la cara delantera está diseñada sin electrodos, el producto tiene un aspecto más bonito y es aplicable a una pluralidad de escenarios de aplicación. Por ejemplo, Krugener Jan et al. («Improvement of the SRH bulk lifetime upon formation of n-type POLO junctions for 25% efficient Si solar cells», *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 173, 31 de mayo de 2017 (31/05/2017), páginas 85-91, XP085203711) y Wang Puqun et al. («Development of TOPCon tunnel-IBC solar cells with screen-printed fire-through contacts by laser patterning», *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 220, 1 de noviembre de 2020 (01/11/2020), XP086373620) describen una estructura de célula solar.

20 En la tecnología IBC convencional, se necesita formar una región n y una región p que se alternan entre sí. Sin embargo, el contacto directo entre la región n y la región p puede producir una elevada recombinación, dando como resultado la reducción de la resistencia en paralelo y de la eficacia de conversión. En algunas tecnologías, se expone un sustrato de silicio o bien se proporciona una separación entre la región n y la región p para su aislamiento. Sin embargo, el efecto de aislamiento es deficiente. Además, como la concentración de sustancias dopantes en la región p y la región de hueco (una zona en blanco o un hueco entre la región n y la región p) es relativamente baja, el efecto de pasivación es deficiente y la superficie es propensa a la contaminación. Además, en una célula de contacto pasivada IBC, se imprime un electrodo directamente en la región P o en la región N. Por tanto, durante el proceso de sinterización posterior se producen fácilmente quemaduras, que provocan que el electrodo entre en contacto directo con el sustrato de silicio. Como resultado, aumenta la recombinación y la eficacia de conversión se reduce.

30 En una célula IBC convencional pasivada con polisilicio dopado, el polisilicio dopado se aísla a partir de un sustrato de silicio usando una capa de efecto túnel, formando una estructura de contacto pasivada en forma apilada de polisilicio dopado-capas de efecto túnel (una capa aislante)-sustrato de silicio. El espesor de la capa de efecto túnel afecta de manera muy importante a la resistencia de efecto túnel. Para constituir una resistividad deseable, el espesor de la capa de efecto túnel debe ser lo suficientemente pequeña. Sin embargo, para conseguir un efecto de pasivación deseable, el espesor de la capa de efecto túnel debe ser lo suficientemente grande. Por lo tanto, el intervalo de espesores de la capa de efecto túnel debe ser controlado estrictamente. Durante la producción, la exactitud del espesor de la capa de efecto túnel es difícil de controlar. Por lo tanto, en la actualidad, no está disponible la producción a escala industrial. Además, también se imponen los requisitos del proceso térmico en un proceso de producción posterior. Por lo tanto, la eficacia de conversión de la celda está limitada. El problema anterior se resuelve mediante una estructura de contacto pasivada para una célula solar según la reivindicación 1.

Las realizaciones de la invención tienen el objetivo de proporcionar una estructura de contacto pasivada para una célula solar, resolver los problemas del efecto de aislamiento deficiente de una capa conductora convencional, la mayor recombinación y la menor eficacia de conversión producidos por el contacto directo con un sustrato de silicio.

45 Las realizaciones de la invención se implementan de la siguiente forma. Una estructura de contacto pasivada para una célula solar incluye:

Una primera región de contacto pasivada, dispuesta sobre un sustrato de silicio, y una segunda región de contacto pasivada, dispuesta sobre la primera región de contacto pasivada.

La segunda región de contacto pasivada comprende una abertura para conectar una capa conductora a la primera región de contacto pasivada.

50 La primera región de contacto pasivada incluye una primera capa dopada, una primera capa de pasivación y una segunda capa dopada, y la segunda región de contacto pasivada incluye una segunda capa de pasivación y una tercera capa dopada.

Además, la primera capa de pasivación es una estructura porosa que comprende una región de huecos, y la primera capa dopada y/o la segunda capa dopada están dispuestas sobre la región de huecos.

55 Además, la segunda capa dopada y la tercera capa dopada tienen polaridades de dopaje opuestas.

- Además, la primera capa dopada y la segunda capa dopada tienen la misma polaridad de dopaje.
- Además, el tamaño de poro de la estructura porosa es menor de 20 μm .
- Además, el tamaño de poro de la estructura porosa es menor de 10 μm .
- 5 Además, el tamaño de poro de la estructura porosa es menor de 1000 nm. El hueco está diseñado como un hueco nanométrico que tiene un tamaño de poro inferior a 1000 nm y la densidad superficial de huecos puede diseñarse hasta 10^6 - $10^8/\text{cm}^2$. Se debe entender que la disposición del hueco nanométrico que tiene un tamaño de poro inferior a 1000 nm reduce en gran medida el área de contacto total entre la segunda capa dopada y el sustrato de silicio, no solamente reduciendo de este modo la resistencia, sino también reduciendo en gran medida la recombinación.
- 10 Además, una región sin huecos de la estructura porosa incluye una sustancia dopante que tiene el mismo tipo dopante que la primera capa dopada y/o la segunda capa dopada.
- Además, una parte de la región de huecos de la estructura porosa incluye la primera capa dopada y/o la segunda capa dopada.
- Además, la proporción entre el área de la región de huecos de la estructura porosa y el área total de la estructura porosa es menor del 20 %.
- 15 Además, el espesor de la segunda capa de pasivación es mayor que el espesor de la primera capa de pasivación.
- Además, el espesor de la primera capa de pasivación está en un intervalo de 0,5-10 nm.
- Además, el espesor de la primera capa de pasivación está en un intervalo de 0,8-2 nm.
- Además, el espesor de la segunda capa de pasivación está en un intervalo de 5-150 nm.
- 20 Además, la primera capa de pasivación y/o la segunda capa de pasivación son una capa de óxido, una capa de carburo de silicio, una capa de silicio amorfo o una combinación de las mismas.
- Además, la capa de óxido comprende una o más de una capa de óxido de silicio y una capa de óxido de aluminio.
- Además, la capa de carburo de silicio en la primera capa de pasivación y/o en la segunda capa de pasivación incluye una capa de carburo de silicio hidrogenado.
- 25 Además, la concentración de sustancia dopante de la primera capa dopada está entre la concentración de sustancia dopante del sustrato de silicio y la concentración de sustancia dopante de la segunda capa dopada.
- Además, la profundidad de unión de la primera capa dopada es menor de 1,5 μm .
- Además, la primera capa dopada es una capa dopada de silicio monocristalino, dopado con un elemento del grupo III o del grupo V.
- 30 Además, la segunda capa dopada y/o la tercera capa dopada incluyen una capa dopada de polisilicio, una capa dopada de carburo de silicio o una capa dopada de silicio amorfo.
- Además, la capa dopada de carburo de silicio en la segunda capa dopada o la tercera capa dopada comprende al menos una película dopada de carburo de silicio teniendo cada una un índice de refracción diferente.
- Además, los índices de refracción de las películas dopadas de carburo de silicio disminuyen desde el sustrato de silicio hacia el exterior.
- 35 Además, la capa dopada de carburo de silicio en la segunda capa dopada y/o en la tercera capa dopada incluye una capa dopada de carburo de silicio hidrogenado, donde la conductividad de la capa dopada de carburo de silicio hidrogenado es mayor de 0,01 S·cm y el espesor de la capa dopada de carburo de silicio hidrogenado es mayor de 10 nm.
- Otra realización de la invención tiene el objetivo de proporcionar una célula solar. La célula solar incluye:
- 40 Un sustrato de silicio;
- Una primera región dopada y una segunda región dopada, separadas entre sí sobre una cara posterior del sustrato de silicio y teniendo polaridades opuestas;
- una primera capa dieléctrica, dispuesta en una cara delantera del sustrato de silicio;
- una segunda capa dieléctrica, dispuesta entre la primera región dopada y la segunda región dopada; y
- 45 una primera capa conductora y una segunda capa conductora, dispuestas respectivamente en la primera región

dopada y la segunda región dopada.

La primera región dopada y/o la segunda región dopada usan la estructura de contacto pasivada anteriormente descrita.

5 Además, una de la primera región dopada y la segunda región dopada usa la estructura de contacto pasivada anteriormente descrita, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada está dispuesta sobre una cuarta capa dopada en el sustrato de silicio.

Además, la cuarta capa dopada es una capa dopada de silicio monocristalino, dopado con un elemento del grupo III o del grupo V.

10 Además, una tercera capa de pasivación y una quinta capa dopada están dispuestas sobre la cuarta capa dopada en secuencia.

Además, se proporcionan ranuras separadas entre sí sobre la cara posterior del sustrato de silicio, y la primera región dopada y la segunda región dopada están dispuestas de manera alternante en las ranuras.

15 Además, se proporcionan ranuras separadas entre sí sobre la cara posterior del sustrato de silicio, una de la primera región dopada y la segunda región dopada está dispuesta en una de las ranuras, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada está dispuesta fuera de las ranuras.

Además, se proporciona una separación entre la primera región dopada y la segunda región dopada.

Además, la primera región dopada y la segunda región dopada están dispuestas en una parte de regiones dentro y fuera de las ranuras.

20 Además, cada una de la primera capa dieléctrica y la segunda capa dieléctrica con una capa de óxido de aluminio, una capa de nitruro de silicio, una capa de oxinitruro de silicio, una capa de carburo de silicio, una capa de silicio amorfo, una capa de óxido de silicio, o una combinación de las mismas.

Además, la primera capa dieléctrica y/o la segunda capa dieléctrica incluyen la capa de óxido de aluminio y la capa de carburo de silicio o la capa de óxido de silicio y la capa de carburo de silicio; y

25 El espesor de la primera capa dieléctrica es mayor de 50 nm y el espesor de la segunda capa dieléctrica es mayor de 25 nm.

Además, el espesor de la capa de óxido de aluminio o de la capa de óxido de silicio en la primera capa dieléctrica es menor de 40 nm, el espesor de la capa de óxido de aluminio o la capa de óxido de silicio en la segunda capa dieléctrica es menor de 25 nm, y el espesor de la capa de carburo de silicio en la primera capa dieléctrica y/o en la segunda capa dieléctrica es mayor de 10 nm.

30 Además, la capa de carburo de silicio en la primera capa dieléctrica y/o en la segunda capa dieléctrica comprende al menos una película de carburo de silicio.

Además, los índices de refracción de las películas de carburo de silicio disminuyen desde el sustrato de silicio hacia el exterior.

35 Además, se dispone adicionalmente una capa de fluoruro de magnesio por fuera de la primera capa dieléctrica y/o la segunda capa dieléctrica.

Además, la primera capa conductora y la segunda capa conductora son películas conductoras transparentes de TCO y/o electrodos metálicos.

Además, cada uno de los electrodos metálicos incluye un electrodo de plata, un electrodo de cobre, un electrodo de aluminio, un electrodo de cobre revestido de estaño o un electrodo de cobre revestido de plata.

40 Además, el electrodo de cobre es cobre galvanizado preparado usando un proceso de galvanizado, o bien el electrodo de cobre se ha preparado mediante deposición física de vapor.

Además, se dispone adicionalmente una capa de campo eléctrico o una unión flotante entre la cara delantera del sustrato de silicio y la segunda capa dieléctrica.

45 Además, una de la primera región dopada y la segunda región dopada es una región dopada de tipo P, la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada es una región dopada de tipo N, y el espesor de la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo P es mayor que el espesor de la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo N.

Además, una de la primera región dopada y la segunda región dopada es una región dopada de tipo P, la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada es una región dopada de tipo N, y la densidad de huecos de la

primera capa de pasivación en la región dopada de tipo P es mayor de la densidad de huecos de la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo N.

Otra realización de la invención tiene el objetivo de proporcionar una célula solar. La célula solar incluye:

un sustrato de silicio;

5 la estructura de contacto pasivada anteriormente descrita, dispuesta sobre una cara posterior del sustrato de silicio;
una tercera capa dieléctrica, dispuesta sobre la estructura de contacto pasivada;

una sexta capa dopada y una cuarta capa dieléctrica, dispuestas sobre una cara delantera del sustrato de silicio en secuencia; y

10 una tercera capa conductora y una cuarta capa conductora, eléctricamente conectadas respectivamente a la estructura de contacto pasivada y a la sexta capa dopada.

La estructura de contacto pasivada y la sexta capa dopada tienen polaridades opuestas.

Otra realización de la invención tiene el objetivo de proporcionar una unidad de células.

La unidad de células incluye una de las células solares anteriormente descritas.

15 Otra realización de la invención tiene el objetivo de proporcionar un sistema fotovoltaico. El sistema fotovoltaico incluye la unidad de células anteriormente descrita.

Otra realización de la invención tiene el objetivo de proporcionar una unidad de células. La unidad de células incluye otra de las células solares anteriormente descritas.

Otra realización de la invención tiene el objetivo de proporcionar un sistema fotovoltaico. El sistema fotovoltaico incluye otra de las unidades de células anteriormente descritas.

20 De acuerdo con la estructura de contacto pasivada de la célula solar proporcionada en las realizaciones de la invención, se proporciona una abertura en la segunda región de contacto pasivada, y la capa conductora penetra en la abertura para conectarse a la primera región de contacto pasivada, de manera que la capa conductora se dispone en la primera región de contacto pasivada. Por lo tanto, la segunda región de contacto pasivada rodea la capa conductora puede formar una protección de aislamiento para la capa conductora, formando de este modo un
25 aislamiento entre un emisor y la capa conductora dispuesta sobre un campo de la cara posterior en la célula preparada usando la estructura de contacto pasivada. De esta manera se potencia el efecto de aislamiento, y se reduce el espacio de recombinación de una región de carga espacial. Cuando no se proporciona una abertura por adelantado, la capa conductora puede imprimirse directamente sobre la segunda región de contacto pasivada para su sinterización, para hacer que la capa conductora atraviese la segunda región de contacto pasivada, para que entre en contacto con la
30 segunda capa dopada de la primera región de contacto pasivada. En la técnica anterior, cuando la capa conductora se imprimía sobre la segunda capa dopada para su sinterización, la segunda capa dopada y la capa de pasivación se quemaban fácilmente, haciendo que la capa conductora entrara en contacto directo con el sustrato de silicio, dando como resultado un aumento de la recombinación y una menor eficacia de conversión. Mediante las realizaciones de la invención se resuelven los problemas anteriores. Además, la segunda región de contacto pasivada bloquea
35 adicionalmente los contaminantes, reduciendo la posibilidad de contaminación de la superficie. Además, la abertura proporcionada en la segunda región de contacto pasivada se puede usar como referencia de alineamiento durante la preparación posterior de la capa conductora, de manera que la preparación de la capa conductora es más exacta. Puesto que el nivel de Fermi de la primera capa dopada cambia, la concentración de metal de transición en el sólido aumenta, aumentando la captación de impurezas. Puesto que el nivel de Fermi de la tercera capa dopada cambia,
40 también aumentan los defectos de la interfase, por lo que se pueden formar puntos de nucleación heterogénea en el defecto de la interfase para mejorar el efecto de captación de impurezas. De esta forma, se consigue un efecto de captación adicional. El hidrógeno contenido en la segunda capa dopada y la tercera capa dopada puede difundirse hacia el interior en un proceso a temperaturas elevadas, de manera que se mejora la pasivación con hidrógeno. Por lo tanto, se resuelven el efecto aislante deficiente de una capa conductora convencional, y la mayor recombinación y
45 la menor eficacia de conversión producidas por el contacto directo con un sustrato de silicio.

La fig. 1 es un diagrama esquemático estructural de una estructura de contacto pasivada para una célula solar de acuerdo con una realización de la invención.

La fig. 2 a la fig. 11 son diagramas estructurales esquemáticos de una célula solar durante varias implementaciones de acuerdo con una realización de la invención.

50 La fig. 12 es un diagrama esquemático estructural de una célula solar de acuerdo con otra realización de la invención.

Para conseguir que los objetivos, soluciones técnicas y ventajas de la invención se entiendan de forma más clara y comprensible, la invención se describirá adicionalmente de manera detallada con referencia a los dibujos y

realizaciones adjuntos. Debe entenderse que las realizaciones específicas descritas en el presente documento se utilizan meramente para explicar la invención, pero no pretenden limitarla.

En la exposición, salvo que se especifique o defina otra cosa de manera explícita, los términos tales como «montar», «instalar», «conectar», «conexión» y «fijar» deberán entenderse en un sentido amplio. Por ejemplo, la conexión puede ser una conexión fija, una conexión desmontable o una conexión integrada; o bien la conexión puede ser una conexión mecánica o una conexión eléctrica; o bien la conexión puede ser una conexión directa, una conexión indirecta a través de un elemento intermedio o una comunicación interna entre dos componentes. Un experto en la materia puede entender los significados específicos de los términos anteriores en la exposición de acuerdo con situaciones específicas. El término «y/o» utilizado en esta memoria descriptiva incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más elementos enumerados relacionados.

De acuerdo con la invención, se proporciona una abertura en una segunda región de contacto pasivada, y una capa conductora penetra en la abertura para conectarse a una primera región de contacto pasivada, de manera que la capa conductora se dispone en la primera región de contacto pasivada. Por lo tanto, una segunda región de contacto pasivada que rodea la capa conductora puede formar una protección de aislamiento para la capa conductora, formando de este modo un aislamiento entre un emisor y la capa conductora dispuesta sobre un campo de la cara posterior en una célula preparada usando la estructura de contacto pasivada. De esta manera se potencia el efecto de aislamiento, y se reduce el espacio de recombinación de una región de carga espacial. Cuando no se proporciona una abertura por adelantado, la capa conductora puede imprimirse directamente sobre la segunda región de contacto pasivada para su sinterización, para hacer que la capa conductora atraviese la segunda región de contacto pasivada, para que entre en contacto con la segunda capa dopada de la primera región de contacto pasivada. En la técnica anterior, cuando la capa conductora se imprimía sobre la segunda capa dopada para su sinterización, la segunda capa dopada y la capa de pasivación se quemaban fácilmente, haciendo que la capa conductora entrara en contacto directo con el sustrato de silicio, dando como resultado un aumento de la recombinación y una menor eficacia de conversión. Mediante las realizaciones de la invención, se resuelven los problemas anteriores; además, la segunda región de contacto pasivada bloquea adicionalmente los contaminantes, reduciendo la posibilidad de contaminación de la superficie. Además, la abertura proporcionada en la segunda región de contacto pasivada se puede usar como referencia de alineamiento durante la preparación posterior de la capa conductora, de manera que la preparación de la capa conductora es más exacta. Puesto que el nivel de Fermi de la primera capa dopada cambia, la concentración de metal de transición en el sólido aumenta, aumentando la captación de impurezas. Puesto que el nivel de Fermi de la tercera capa dopada cambia, también aumentan los defectos de la interfase, por lo que se pueden formar puntos de nucleación heterogénea en el defecto de la interfase para mejorar el efecto de captación de impurezas. De esta forma, se consigue un efecto de captación adicional. El hidrógeno contenido en la segunda capa dopada y la tercera capa dopada puede difundirse hacia el interior en un proceso a temperaturas elevadas, de manera que se mejora la pasivación con hidrógeno. Por lo tanto, se resuelven el efecto aislante deficiente de una capa conductora convencional, y la mayor recombinación y la menor eficacia de conversión producidas por el contacto directo con un sustrato de silicio.

Ejemplo 1

Una realización de la invención proporciona una estructura de contacto pasivada para una célula solar. Para facilitar la descripción, solamente se muestran las partes relacionadas con esta realización de la invención. En referencia a la fig. 1, la estructura de contacto pasivada de la célula solar proporcionada en esta realización de la invención incluye:

Una primera región de contacto pasivada 11 dispuesta sobre un sustrato de silicio 10 y una segunda región de contacto pasivada 12 dispuesta sobre la primera región de contacto pasivada 11.

La segunda región de contacto pasivada 12 comprende una abertura 13 para que penetre una capa conductora, de manera que quede conectada a la primera región de contacto pasivada 11.

La primera región de contacto pasivada 11 incluye una primera capa dopada 111, una primera capa de pasivación 112 y una segunda capa dopada 113, y la segunda región de contacto pasivada 12 incluye una segunda capa de pasivación 121 y una tercera capa dopada 122.

En una realización de la invención, el sustrato de silicio 10 tiene una cara delantera orientada al sol durante el funcionamiento normal y una cara posterior opuesta a la cara delantera. La cara delantera es una superficie receptora de luz. La cara posterior está opuesta a la cara delantera y dispuesta en la otra cara del sustrato de silicio 10. Es decir, la cara delantera y la cara posterior están situadas en caras diferentes y opuestas del sustrato de silicio 10. En esta realización, el sustrato de silicio 10 es una oblea de silicio monocristalino de tipo N. Se puede entender que, en otras realizaciones, el sustrato de silicio 10 también puede ser obleas de silicio de otros tipos, tales como una oblea de polisilicio, una oblea de silicio casi monocristalino, u obleas similares. El sustrato de silicio 10 también se puede diseñar como de tipo P. El sustrato de silicio 10 también se puede diseñar de acuerdo con los requisitos de uso, algo que no está específicamente limitado en el presente documento.

En una realización de la invención, en referencia a la fig. 1, la estructura de contacto pasivada incluye la primera capa dopada 111, la primera capa de pasivación 112, la segunda capa dopada 113, la segunda capa de pasivación 121 y la tercera capa dopada 122 dispuestas sobre el sustrato de silicio 10 en secuencia. La abertura pasante 13 se

proporciona sobre la segunda capa de pasivación 121 y la tercera capa dopada 122, de modo que la capa conductora pueda penetrar por la abertura 13 para conectarse a la segunda capa dopada 113. Debe indicarse que, como se muestra en la fig. 1, la abertura 13 se proporciona en el centro de la segunda capa de pasivación 121 y la tercera capa dopada 122. Por lo tanto, cuando la capa conductora penetra por la abertura 13 para conectarse a la segunda capa dopada 113, la segunda capa de pasivación 121 y la tercera capa dopada 122 que rodean la capa conductora pueden formar una protección de aislamiento para la capa conductora. Por tanto, tal como se muestra de la fig. 2 a la fig. 11, en una célula preparada usando la estructura de contacto pasivada de esta realización, como la segunda región de contacto pasivada 12 rodea la capa conductora, se puede formar un aislamiento entre un emisor en la célula y la capa conductora dispuesta sobre un campo de la superficie posterior, de manera que se puede reducir la carga en una región de carga espacial. Además, la segunda región de contacto pasivada 12 bloquea adicionalmente los contaminantes, reduciendo la posibilidad de contaminación de la superficie. Además, la abertura 13 proporcionada en la segunda región de contacto pasivada 12 se puede usar como referencia de alineamiento durante la preparación posterior de la capa conductora, de manera que la preparación de la capa conductora es más exacta.

En una realización de la invención, la primera capa de pasivación 112 es preferentemente una capa de óxido, una capa de carburo de silicio, una capa de silicio amorfo o una combinación de las mismas. En algunos ejemplos de la exposición, la primera capa de pasivación 112 puede incluir un único material tal como una capa de óxido, una pluralidad de tipos de materiales tal como una combinación de una capa de óxido y una capa de silicio amorfo, o bien un único material tal como una combinación de una pluralidad de capas de silicio amorfo teniendo cada una de ellas un índice de refracción diferente. Además, la primera capa de pasivación 112 también puede ser una capa de oxinitruro de silicio, una capa de nitruro de silicio, o capas similares. Puede entenderse que se incluye la estructura específica de la primera capa de pasivación 112, aunque no se limita a lo anterior. La primera capa de pasivación 112 puede diseñarse correspondientemente de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento. Además, el espesor de la primera capa de pasivación 112 está en un intervalo de 0,5-10 nm. En una realización preferente de la exposición, el espesor de la primera capa de pasivación 112 está en un intervalo de 0,8-2 nm. El espesor de la primera capa de pasivación 112 se puede diseñar como un espesor de una capa de efecto túnel en la técnica anterior o un espesor mayor que el espesor de la capa de efecto túnel convencional. El espesor se puede diseñar de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento.

En una realización preferente de la invención, específicamente, la primera capa de pasivación 112 incluye la capa de óxido y la capa de carburo de silicio. La capa de óxido y la capa de carburo de silicio están dispuestas en secuencia desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. La capa de óxido está en contacto con la primera capa dopada 111 ubicada en el interior, y la capa de carburo de silicio está en contacto con la segunda capa dopada 113 ubicada en el exterior. Además, la capa de óxido comprende preferentemente una o más de una capa de óxido de silicio y una capa de óxido de aluminio. Por lo tanto, la primera capa de pasivación 112 también puede ser una combinación de la capa de óxido de silicio y la capa de óxido de aluminio en la capa de óxido. La capa de carburo de silicio en la primera capa de pasivación 112 incluye una capa de carburo de silicio hidrogenado. El hidrógeno de la capa de carburo de silicio hidrogenado entra en el sustrato de silicio 10 por un mecanismo de difusión y un efecto térmico, de manera que un enlace colgante para neutralizar la cara posterior del sustrato de silicio 10 pasiva los defectos del sustrato de silicio 10. Por lo tanto, mitigar los enlaces colgantes en una banda prohibida aumenta la probabilidad de que un portador entre en la segunda capa dopada 113 a través de la primera capa de pasivación 112.

Además, en una realización de la invención, como se muestra en la fig. 1, la primera capa de pasivación 112 es una estructura porosa que tiene la primera capa dopada 111 y/o la segunda capa dopada 113 en una región de huecos. En este caso, la primera capa de pasivación 112 es una estructura porosa. La estructura porosa se puede preparar mediante corrosión química adicional, grabado en seco o impacto por difusión térmica, o métodos similares. La estructura porosa se puede llevar a cabo de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento. Se debe indicar que la estructura porosa está en una vista superior de la primera capa de pasivación 112. En una vista en sección transversal de la primera capa de pasivación 112, se muestra una estructura multicanal. La estructura porosa tiene huecos que se extienden a través de la primera capa de pasivación 112. La estructura porosa también tiene ranuras/muecas que no se extienden a través de la primera capa de pasivación 112 sobre la superficie de la primera capa de pasivación 112. El tamaño de poro de la estructura porosa es menor de 20 μm . Específicamente, el tamaño de poro promedio de los huecos es menor de 20 μm , o bien el tamaño de poro del 90 % de todos los huecos tiene menos de 20 μm . Además, el tamaño de poro de la estructura porosa es menor de 10 μm . Además, el tamaño de poro de la estructura porosa es menor de 1000 nm. El hueco está diseñado como un hueco nanométrico que tiene un tamaño de poro inferior a 1000 nm y la densidad superficial de huecos puede diseñarse hasta 10^6 - $10^9/\text{cm}^2$. Se debe entender que la disposición del hueco nanométrico que tiene un tamaño de poro inferior a 1000 nm reduce en gran medida el área de contacto total entre la segunda capa dopada y el sustrato de silicio, no solamente reduciendo de este modo la resistencia, sino también reduciendo en gran medida la recombinación. La relación entre el área de la región de huecos de la estructura porosa y el área total de la estructura porosa es menor del 20 %, es decir, los huecos están escasamente distribuidos sobre la primera capa de pasivación 112.

En una realización de la invención, la región de huecos de la estructura porosa incluye la primera capa dopada 111 y/o la segunda capa dopada 113. Es decir, la región de huecos puede estar incrustada en la primera capa dopada 111 o la segunda capa dopada 113 en solitario, o bien puede estar incrustada con una mezcla de la primera capa dopada

111 y la segunda capa dopada 113. Debe indicarse que, en un proceso de producción y preparación reales, una parte de la región de huecos de la estructura porosa puede incluir la primera capa dopada 111 y/o la segunda capa dopada 113, y otras partes que no están rellenas con la primera capa dopada 111 y/o la segunda capa dopada 113 son regiones de huecos. También debe indicarse que, además de la primera capa dopada 111 y/o la segunda capa dopada 113 que rellenan la región de huecos, se deja que las impurezas (tales como hidrógeno, oxígeno y diversos elementos metálicos) formadas en un proceso térmico (la producción de células solares puede incluir una pluralidad de procesos a temperaturas elevadas, de acuerdo con diferentes procesos) o generadas durante la separación se queden en la región de huecos. Puesto que la primera capa de pasivación 112 está diseñada como una estructura porosa, y la región de huecos tiene la primera capa dopada 111 y/o la segunda capa dopada 113, se forma un canal conductor en la región de huecos de la primera capa de pasivación 112, de manera que se forma una resistividad deseable de la primera capa de pasivación 112. De este modo, el espesor de la primera capa de pasivación 112 tiene menos impacto sobre la resistencia, y los requisitos de control del espesor de la primera capa de pasivación 112 disminuyen. Así, hay más métodos que se pueden aplicar a la preparación de la primera capa de pasivación 112 en comparación con la técnica anterior. En la estructura porosa, la segunda capa dopada 113 se conecta al sustrato de silicio 10 usando la región de huecos dopada y la primera capa dopada 111, de manera que la resistencia global de la célula preparada se reduce adicionalmente, y la eficacia de conversión de la célula mejora.

Además, en una realización de la invención, una región sin huecos de la estructura porosa incluye una sustancia dopante que tiene el mismo tipo dopante que la primera capa dopada 111 y/o la segunda capa dopada 113. Por ejemplo, cuando la primera capa dopada 111 y la segunda capa dopada 113 son capas dopadas de tipo N (tal como una capa dopada con fósforo), la región sin huecos de la primera capa de pasivación 112 incluye una sustancia dopante de tipo N difuso.

En una realización de la invención, la primera capa dopada 111 está situada entre el sustrato de silicio 10 y la primera capa de pasivación 112. La primera capa dopada 111 puede ser una capa dopada directamente formada sobre el sustrato de silicio 10 mediante implantación iónica o procedimiento similar. En este caso, la primera capa dopada 111 está situada sobre el sustrato de silicio 10. En correspondencia, la primera capa de pasivación 112 se prepara sobre la primera capa dopada 111. La primera capa dopada 111 también puede ser una capa dopada formada sobre el sustrato de silicio 10 una vez que una fuente dopada penetra directamente la primera capa de pasivación 112 o los huecos de la estructura porosa durante la preparación de la segunda capa dopada 113. En este caso, la primera capa dopada 111 está situada en el sustrato de silicio 10. En correspondencia, la primera capa de pasivación 112 se prepara directamente sobre el sustrato de silicio 10. Por lo tanto, durante la preparación de la segunda capa dopada 113, la primera capa de pasivación se difunde térmicamente hacia el interior del sustrato de silicio 10, de manera que una parte del sustrato de silicio 10 se transforma en la primera capa dopada 111 mediante difusión. La concentración de sustancia dopante de la primera capa dopada 111 está entre la concentración de sustancia dopante del sustrato de silicio 10 y la concentración de sustancia dopante de la segunda capa dopada 113. En una realización preferida de la exposición, la primera capa dopada 111 y la segunda capa dopada 113 tienen la misma polaridad de dopaje. Por ejemplo, cuando la segunda capa dopada 113 es una capa dopada de tipo N, la primera capa dopada 111 es preferentemente correspondiente con una capa dopada de tipo N. Debe indicarse que las polaridades del dopaje de la primera capa dopada 111 y la segunda capa dopada 113 pueden ser diferentes de la polaridad del dopaje del sustrato de silicio 10. Por ejemplo, en esta realización, el sustrato de silicio 10 es un silicio monocristalino de tipo N, y la primera capa dopada 111 y la segunda capa dopada 113 pueden ser capas dopadas de tipo P.

Preferentemente, el material de la primera capa dopada 111 se diseña preferentemente para que sea el mismo que el sustrato de silicio 10. Es decir, cuando el sustrato de silicio 10 es una oblea de silicio monocristalino, la primera capa dopada 111 también se diseña preferentemente como una oblea de silicio monocristalino. La primera capa dopada 111 es una capa dopada de silicio monocristalino, dopada con un elemento del grupo III o del grupo V. Cuando la segunda capa dopada 113 es la capa dopada de tipo N, la primera capa dopada 111 es una capa dopada de silicio monocristalino, dopada con elementos del grupo V tales como nitrógeno, fósforo y arsénico. Cuando la segunda capa dopada 113 es la capa dopada de tipo P, la primera capa dopada 111 es una capa dopada de silicio monocristalino dopada con elementos del grupo III tales como boro, aluminio y galio. Debe entenderse que, cuando el sustrato de silicio 10 está diseñado como obleas de silicio de otros tipos, la primera capa dopada 111 también puede diseñarse correspondientemente como obleas de silicio dopado de otros tipos, dopada con elemento del grupo III o del grupo V.

Además, en una realización de la exposición, la primera capa dopada 111 está en una distribución discreta o continua. La primera capa dopada puede ser completamente continua y estar dispuesta entre el sustrato de silicio 10 y la primera capa de pasivación 112, o distribuida discreta y localmente cerca de cada región de huecos de la primera capa de pasivación 112. La distribución de la primera capa dopada 111 se puede controlar usando un proceso de dopaje. La cantidad de sustancia dopante aumenta con el tiempo de dopaje, de forma que la primera capa dopada 111 es más continua, hasta que la primera capa dopada 111 que cubre completamente el sustrato de silicio 10 se forma sobre la anterior. Además, la profundidad de unión de la primera capa dopada 111 es menor de 1,5 μm . La primera capa dopada 111 se dispone entre el sustrato de silicio 10 y la primera capa de pasivación 112 para formar un campo eléctrico de separación capaz de mejorar los huecos electrónicos superficiales, de manera que el efecto de pasivación de campo se potencie. Puesto que el nivel de Fermi de la primera capa dopada 111 cambia, la concentración de metal de transición en el sólido aumenta para la captación de impurezas, de manera que se consigue un efecto adicional de captación de impurezas.

En una realización de la invención, la segunda capa dopada 113 incluye una capa dopada de polisilicio, una capa dopada de carburo de silicio o una capa dopada de silicio amorfo. La capa dopada de carburo de silicio en la segunda capa dopada 113 comprende al menos una película dopada de carburo de silicio teniendo cada una un índice de refracción diferente. Los índices de refracción de las películas dopadas de carburo de silicio disminuyen desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. Debe indicarse que los espesores y los índices de refracción de las películas dopadas de carburo de silicio se pueden diseñar de acuerdo con los requisitos de uso real, siempre que los índices de refracción disminuyan desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior, algo que no está específicamente limitado en el presente documento. Puesto que el carburo de silicio tiene un amplio hueco en la banda óptica y un bajo coeficiente de absorción, se puede reducir la absorción parásita y se puede aumentar de forma eficaz la densidad de corriente de cortocircuito. Además, la capa dopada de carburo de silicio en la segunda capa dopada 113 incluye una capa dopada de carburo de silicio hidrogenado. La conductividad de la capa dopada de carburo de silicio hidrogenado es mayor de 0,01 S·cm y el espesor de la capa dopada de carburo de silicio hidrogenado es mayor de 10 nm. En correspondencia, la conductividad y el espesor también se pueden configurar a otros valores, siempre que se pueda cumplir el requisito de la conductividad de la segunda capa dopada 113 controlando la conductividad y el espesor de la capa dopada de carburo de silicio hidrogenado, algo que no está específicamente limitado en el presente documento. Debe indicarse que la primera capa dopada 111 y la segunda capa dopada 113 pueden ser del mismo material o de diferentes materiales. Por ejemplo, tanto la primera capa dopada 111 como la segunda capa dopada 113 incluyen polisilicio dopado. Como alternativa, la primera capa dopada 111 puede incluir silicio monocristalino dopado y la segunda capa dopada 113 puede incluir carburo de silicio dopado. La primera capa dopada y la segunda capa dopada pueden diseñarse de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento.

En una realización de la invención, para obtener más información acerca de la segunda capa de pasivación 121, consulte la descripción anterior de la primera capa de pasivación 112. Es decir, la segunda capa de pasivación 121 es una capa de óxido, una capa de carburo de silicio, una capa de silicio amorfo o una combinación de las mismas. Específicamente, la segunda capa de pasivación 121 preferentemente incluye la capa de óxido y la capa de carburo de silicio. La capa de óxido y la capa de carburo de silicio están dispuestas en secuencia desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. La capa de óxido está en contacto con la segunda capa dopada 113 ubicada en el interior, y la capa de carburo de silicio está en contacto con la tercera capa dopada 122 ubicada en el exterior. La capa de carburo de silicio en la segunda capa de pasivación 121 incluye una capa de carburo de silicio hidrogenado. Debe indicarse que la segunda capa de pasivación 121 no es la estructura porosa anterior. Debe indicarse además que las estructuras de la capa de película en la primera capa de pasivación 112 y la segunda capa de pasivación 121 pueden diseñarse para que sean iguales o diferentes. Así, la primera capa de pasivación 112 y/o la segunda capa de pasivación 121 son una o una combinación de más de la capa de óxido, la capa de carburo de silicio y la capa de silicio amorfo. Por ejemplo, tanto la primera capa de pasivación 112 como la segunda capa de pasivación 121 incluyen la capa de óxido y la capa de carburo de silicio. En otro ejemplo, la primera capa de pasivación 112 incluye la capa de óxido y la capa de carburo de silicio, y la segunda capa de pasivación 121 incluye la capa de óxido de aluminio y la capa de carburo de silicio. La primera capa de pasivación 112 y la segunda capa de pasivación 121 pueden diseñarse respectivamente de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento. Además, en esta realización, el espesor de la segunda capa de pasivación 121 está en un intervalo de 5-150 nm y, preferentemente, es mayor que el espesor de la primera capa de pasivación 112. La segunda capa de pasivación 121 puede incluir además una sustancia dopante que sea del mismo tipo dopante que la segunda capa dopada 113 y/o la tercera capa dopada 122.

En una realización de la invención, para obtener más información acerca de la tercera capa dopada 122, consultar la descripción anterior de la segunda capa dopada 113, es decir, la tercera capa dopada 122 incluye una capa dopada de polisilicio, una capa dopada de carburo de silicio o una capa dopada de silicio amorfo. La capa dopada de carburo de silicio en la tercera capa dopada 122 comprende al menos una película dopada de carburo de silicio teniendo cada una un índice de refracción diferente. Los índices de refracción de las películas dopadas de carburo de silicio disminuyen desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. La capa dopada de carburo de silicio en la tercera capa dopada 122 incluye una capa dopada de carburo de silicio hidrogenado. La conductividad de la capa dopada de carburo de silicio hidrogenado es mayor de 0,01 S·cm y el espesor de la capa dopada de carburo de silicio hidrogenado es mayor de 10 nm. El hidrógeno contenido en la segunda capa dopada 113 y la tercera capa dopada 122 puede difundirse hacia el interior en un proceso a temperaturas elevadas, de manera que se mejora la pasivación con hidrógeno. Debe indicarse que la segunda capa dopada 113 y la tercera capa dopada 122 pueden ser del mismo material o de diferentes materiales. Por lo tanto, la segunda capa dopada 113 y/o la tercera capa dopada 122 incluyen la capa dopada de polisilicio, la capa dopada de carburo de silicio o la capa dopada de silicio amorfo. Preferentemente, la segunda capa dopada 113 y la tercera capa dopada 122 tienen polaridades de dopaje opuestas. Puesto que el nivel de Fermi de la tercera capa dopada 122 cambia, también aumentan los defectos de la interfase, por lo que se pueden formar puntos de nucleación heterogénea en el defecto de la interfase para mejorar el efecto de captación de impurezas. De esta forma, se consigue un efecto de captación adicional.

En esta realización, se proporciona una abertura en la segunda región de contacto pasivada, y la capa conductora penetra en la abertura para conectarse a la primera región de contacto pasivada, de manera que la capa conductora se dispone en la primera región de contacto pasivada. Por lo tanto, la segunda región de contacto pasivada que rodea la capa conductora puede formar una protección de aislamiento para la capa conductora, formando de este modo un

aislamiento entre un emisor y la capa conductora dispuesta sobre un campo de la cara posterior en la célula preparada usando la estructura de contacto pasivada. De esta manera se potencia el efecto de aislamiento, y se reduce el espacio de recombinación de una región de carga espacial. Cuando no se proporciona una abertura por adelantado, la capa conductora puede imprimirse directamente sobre la segunda región de contacto pasivada para su sinterización, para hacer que la capa conductora atraviese la segunda región de contacto pasivada, para que entre en contacto con la segunda capa dopada de la primera región de contacto pasivada. En la técnica anterior, cuando la capa conductora se imprimía sobre la segunda capa dopada para su sinterización, la segunda capa dopada y la capa de pasivación se quemaban fácilmente, haciendo que la capa conductora entrara en contacto directo con el sustrato de silicio, dando como resultado un aumento de la recombinación y una menor eficacia de conversión. Mediante las realizaciones de la invención, se resuelven los problemas anteriores. Además, la segunda región de contacto pasivada bloquea adicionalmente los contaminantes, reduciendo la posibilidad de contaminación de la superficie. Además, la abertura proporcionada en la segunda región de contacto pasivada se puede usar como referencia de alineamiento durante la preparación posterior de la capa conductora, de manera que la preparación de la capa conductora es más exacta. Puesto que el nivel de Fermi de la primera capa dopada cambia, la concentración de metal de transición en el sólido aumenta, aumentando la captación de impurezas. Puesto que el nivel de Fermi de la tercera capa dopada cambia, también aumentan los defectos de la interfase, por lo que se pueden formar puntos de nucleación heterogénea en el defecto de la interfase para mejorar el efecto de captación de impurezas. De esta forma, se consigue un efecto de captación adicional. El hidrógeno contenido en la segunda capa dopada y la tercera capa dopada puede difundirse hacia el interior en un proceso a temperaturas elevadas, de manera que se mejora la pasivación con hidrógeno. Por lo tanto, se resuelven el efecto aislante deficiente de una capa conductora convencional, y la mayor recombinación y la menor eficacia de conversión producidas por el contacto directo con un sustrato de silicio.

Ejemplo 2

Una segunda realización de la invención proporciona una célula solar. Para facilitar la descripción, solamente se muestran las partes relacionadas con esta realización de la invención. En referencia a la fig. 2 a la fig. 11, la célula solar proporcionada en esta realización de la invención incluye:

- un sustrato de silicio 10;
- una primera región dopada 20 y una segunda región dopada 30, separadas entre sí sobre una cara posterior del sustrato de silicio 10 y teniendo polaridades opuestas;
- una primera capa dieléctrica 40, dispuesta en una cara delantera del sustrato de silicio 10;
- una segunda capa dieléctrica 50, dispuesta entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30; y
- una primera capa conductora 60 y una segunda capa conductora 70, dispuestas respectivamente en la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

La primera región dopada 20 y/o la segunda región dopada 30 usan la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores.

Así, en una realización de la invención, tanto la primera región dopada 20 como la segunda región dopada 30 de la célula solar pueden usar la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, como se muestra en la fig. 2, fig. 5 y la fig. 8. Puesto que la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tienen polaridades opuestas, la primera capa dopada y la segunda capa dopada de la primera región dopada 20 y la primera capa dopada, la segunda capa dopada y la tercera capa dopada de la segunda región dopada 30 tienen también polaridades opuestas. Por ejemplo, cuando la primera capa dopada y la segunda capa dopada en la primera región dopada 20 son capas dopadas de tipo P, y la tercera capa dopada es una capa dopada de tipo P, la primera capa dopada y la segunda capa dopada en la segunda región dopada 30 son capas dopadas de tipo N que tienen polaridades opuestas, y la tercera región dopada es una región dopada de tipo P que tiene polaridad opuesta. En este caso, la primera región dopada 20 es una región dopada de tipo P, y la segunda región dopada 30 es una región dopada de tipo N. Definitivamente, la primera región dopada 20 también puede ser la región dopada de tipo N, y la segunda región dopada 30 también puede ser la región dopada de tipo P. Por lo tanto, cuando una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 es la región dopada de tipo P, la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada es la región dopada de tipo N.

Definitivamente, como alternativa, una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 en la célula solar usa la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada usa una estructura convencional (tal como una estructura de contacto pasivada convencional o una estructura de difusión convencional). En una realización preferida de esta realización, la otra es una cuarta capa dopada dispuesta en la cara posterior del sustrato de silicio 10. Es decir, la otra usa la estructura de difusión convencional, como se muestra en la fig. 3, fig. 6, fig. 9 y la fig. 11. Definitivamente, opcionalmente, la otra también puede usar la estructura de contacto pasivada convencional. La estructura de contacto pasivada incluye una capa de efecto túnel y una región dopada. Debe indicarse que la cuarta capa dopada es también una capa dopada de silicio monocristalino dopada con un elemento del grupo III o del grupo V. Para una estructura específica de la tercera capa dopada, consultar la descripción de la primera capa dopada en las realizaciones anteriores. Debe señalarse

además que, puesto que la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tienen polaridades opuestas, y la primera capa dopada y la segunda capa dopada tienen la misma polaridad de dopaje, la primera capa dopada y la cuarta capa dopada están dopadas con elementos de grupos diferentes. Es decir, cuando la primera capa dopada está dopada con un elemento del grupo III, la cuarta capa dopada está dopada con un elemento del grupo V. Cuando la primera capa dopada está dopada con un elemento del grupo V, la cuarta capa dopada está dopada con un elemento del grupo III.

En otra realización preferida de esta realización, una tercera capa de pasivación y una quinta capa dopada están dispuestas sobre la cuarta capa dopada en secuencia, como se muestra en la fig. 4, fig. 7 y la fig. 10. La cuarta capa dopada, la tercera capa de pasivación y la quinta capa dopada forman una estructura de región dopada, que es sustancialmente similar a la primera región de contacto pasivada en las realizaciones anteriores. La tercera capa de pasivación es también una estructura porosa. Para una estructura específica de la tercera capa de pasivación, consultar la primera capa dopada en las realizaciones anteriores. En esta realización, la cuarta capa dopada y la quinta capa dopada tienen la misma polaridad de dopaje. Puesto que la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tienen polaridades opuestas, cuando la primera capa dopada y la segunda capa dopada son las capas dopadas de tipo N, y la tercera capa dopada es la capa dopada de tipo P, la cuarta capa dopada y la quinta capa dopada son correspondientemente las capas dopadas de tipo P que tienen polaridades opuestas. Así, para la preparación de la cuarta capa dopada, la tercera capa de pasivación, y la quinta capa dopada, consultar también las realizaciones anteriores. La tercera capa de pasivación, que es una estructura porosa, se prepara en primer lugar sobre el sustrato de silicio 10. A continuación, la quinta capa dopada se prepara sobre la tercera capa de pasivación. Durante la preparación de la quinta capa dopada, una fuente dopada penetra directamente en la tercera capa de pasivación o los huecos de la estructura porosa para formar la cuarta capa dopada en el sustrato de silicio 10. Puesto que la segunda capa de pasivación y la tercera capa dopada tienen una estructura similar y la misma polaridad de dopaje que la tercera capa de pasivación y la quinta capa dopada, la segunda capa de pasivación y la tercera capa dopada pueden fabricarse sincrónicamente reutilizando un mismo proceso. Sin embargo, se debe señalar que, durante la preparación de la segunda capa de pasivación mediante deposición, no se requiere corrosión química adicional, grabado en seco o impacto por difusión térmica para preparar la estructura porosa. Puesto que el tiempo de deposición de la segunda capa de pasivación es más largo que el tiempo de deposición de la tercera capa de pasivación, el espesor de la segunda capa de pasivación es mayor que el espesor de la tercera capa de pasivación.

Cuando la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 usan ambas la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, el material y el espesor seleccionados para cada estructura de capa en la primera región dopada 20 pueden ser iguales o diferentes a los seleccionados para cada estructura de capa en la segunda región dopada 30. Por ejemplo, cuando una primera capa de pasivación en la primera región dopada 20 se selecciona específicamente como una capa de óxido de silicio y una capa de carburo de silicio, se puede seleccionar la primera capa de pasivación en la segunda región dopada 30 para que sea igual que la primera capa de pasivación en la primera región dopada 20, o se puede seleccionar como un material diferente del de la primera capa de pasivación en la primera región dopada 20, tal como una capa de óxido de aluminio y una capa de carburo de silicio.

El espesor de la primera capa de pasivación en la primera región dopada 20 se puede diseñar para que sea igual o diferente del espesor de la primera capa de pasivación en la segunda región dopada 30. Preferentemente, independientemente de si el material de la primera capa de pasivación en la primera región dopada 20 es igual que el material de la primera capa de pasivación en la segunda región dopada 30, el espesor de la primera capa de pasivación correspondiente a la primera capa dopada, dopada con el elemento del grupo III, se diseña para que sea más grande, y el espesor de la primera capa de pasivación correspondiente a la primera capa dopada, dopada con el elemento del grupo V, se diseña para que sea más pequeño. Es decir, el espesor de la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo P es mayor que el espesor de la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo N. Un motivo principal se basa en que la región dopada de tipo P requiere un proceso tal como el dopaje con boro y una temperatura más alta, y necesita una primera capa de pasivación más gruesa debido a la necesidad de aplicar una pluralidad de procesos de tratamiento térmico. En esta realización, el material y el espesor de cada estructura de capa en la primera región dopada 20 y en la segunda región dopada 30 se diseñan en correspondencia de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento.

Además, en una realización preferida de la invención, la densidad de huecos de la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo P es mayor que la densidad de huecos de la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo N. La densidad de huecos significa la cantidad de huecos por unidad de superficie. Es decir, para la misma unidad de superficie, la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo P tiene más huecos que la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo N. Un motivo principal se basa en que la conductividad de la región dopada de tipo P es relativamente baja, y el espesor de la primera capa de pasivación en la región dopada de tipo P es relativamente grande. Por lo tanto, se necesitan más huecos para mejorar la conductividad.

Debe indicarse que, cuando una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 es una estructura de región dopada que comprende la cuarta capa dopada, la tercera capa de pasivación, y la quinta capa dopada, también se puede hacer referencia a las anteriores realizaciones. El material y el espesor de la primera capa de pasivación en la estructura de contacto pasivada pueden ser iguales o diferentes que los de la tercera capa de pasivación en la estructura de región dopada. Por ejemplo, cuando la estructura de contacto pasivada está en la región dopada de tipo P y la estructura de región dopada es la región dopada de tipo N, preferentemente, el espesor de la primera capa de

pasivación en la estructura de contacto pasivada es mayor que el espesor de la tercera capa de pasivación en la estructura de región dopada, y la densidad de huecos de la primera capa de pasivación en la estructura de contacto pasivada es mayor que la densidad de huecos de la tercera capa de pasivación en la estructura de región dopada.

5 En una realización de la invención, cada una de la primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50 son una capa de óxido de aluminio, una capa de nitruro de silicio, una capa de oxinitruro de silicio, una capa de carburo de silicio, una capa de silicio amorfo, una capa de óxido de silicio, o una combinación de las mismas. La primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50 consiguen un efecto de pasivación. Cada una de la primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50 está diseñada como una estructura que tiene al menos una capa. Los índices de refracción de la primera capa dieléctrica y la segunda capa dieléctrica disminuyen desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior, de manera que una capa de película cercana al sustrato de silicio 10 consigue el efecto de pasivación, y una capa de película alejada del sustrato de silicio 10 consigue un efecto antirreflectante, mejorando de este modo el efecto antirreflectante. De este modo, el sustrato de silicio 10 absorbe y utiliza la luz de forma más eficaz, y la corriente de cortocircuito aumenta. Cada capa de película de la primera capa dieléctrica 40 y de la segunda capa dieléctrica 50 que tiene una estructura diferente puede comprender una pluralidad de películas, teniendo cada una un índice de refracción diferente. De acuerdo con lo anterior, las capas de película están dispuestas de forma que los índices de refracción de las capas de película disminuyen desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. Por ejemplo, la capa de óxido de silicio en la primera capa dieléctrica 40 puede comprender una pluralidad de películas de óxido de silicio que tienen índices de refracción decrecientes desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior.

20 Debe indicarse que la primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50 pueden tener la misma disposición estructural o disposiciones estructurales diferentes. Las estructuras de capa de película de la primera capa dieléctrica 40 y de la segunda capa dieléctrica 50 pueden diseñarse en correspondencia de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento. Preferentemente, la primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50 están diseñadas iguales, de manera que la primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50 se pueden preparar sobre la cara delantera y la cara posterior del sustrato de silicio 10 respectivamente usando el mismo proceso.

En una realización preferida de la invención, la primera capa dieléctrica 40 y/o la segunda capa dieléctrica 50 incluyen una estructura de doble capa de una capa de óxido de aluminio y una capa de carburo de silicio o una estructura de doble capa de una capa de óxido de silicio y una capa de carburo de silicio. En este caso, el espesor total de la primera capa dieléctrica 40 es mayor de 50 nm y el espesor total de la segunda capa dieléctrica 50 es mayor de 25 nm. Puede entenderse que las disposiciones de estructura específica de la primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50 incluyen, aunque no de forma limitativa, los ejemplos específicos anteriormente enumerados.

Además, en una realización de la invención, el espesor de la capa de óxido de aluminio o la capa de óxido de silicio en la primera capa dieléctrica 40 es menor de 40 nm. El espesor de la capa de óxido de aluminio o la capa de óxido de silicio en la segunda capa dieléctrica 50 es menor de 25 nm. El espesor de la capa de carburo de silicio en la primera capa dieléctrica 40 y/o de la segunda capa dieléctrica 50 es mayor de 10 nm. La capa de carburo de silicio en la primera capa dieléctrica 40 y/o en la segunda capa dieléctrica 50 no solamente proporciona un efecto de pasivación de hidrógeno, sino también reduce la absorción de luz parásita en virtud del gran hueco en la banda óptica y un bajo coeficiente de absorción.

40 Debe indicarse que la estructura multicapa en esta realización de la invención es conforme con una secuencia de disposición desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. Por ejemplo, cuando la anterior primera capa dieléctrica 40 incluye la capa de óxido de aluminio y la capa de carburo de silicio, la capa de óxido de aluminio está cerca del sustrato de silicio 10, y la capa de carburo de silicio está cerca del exterior. Además, debe indicarse que, en los dibujos, la fig. 2 a la fig. 11 solo muestra la primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50 como estructuras de doble capa. Sin embargo, puede entenderse que la primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50 también pueden incluir otro número de capas. Se pueden diseñar respectivas estructuras específicas de acuerdo con las necesidades reales, y no están completamente limitadas por los dibujos. También se debe señalar que cada dibujo de la exposición se utiliza solamente para describir la distribución estructural específica en la célula solar, pero no se corresponde con el tamaño real de cada estructura. Los dibujos no corresponden completamente con tamaños reales específicos en esta realización, y el tamaño real de cada estructura debe adaptarse a los parámetros específicos proporcionados en esta realización.

Además, la capa de carburo de silicio en la primera capa dieléctrica 40 y/o en la segunda capa dieléctrica 50 comprende al menos una película de carburo de silicio. Los índices de refracción de las películas de carburo de silicio disminuyen desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. Opcionalmente, el índice de refracción de cada material se puede seleccionar generalmente de la siguiente forma: el índice de refracción del silicio monocristalino es 3,88, el índice de refracción del silicio amorfo está en el intervalo de 3,5-4,2, el índice de refracción del polisilicio es 3,93, el índice de refracción del carburo de silicio está en el intervalo de 2-3,88, el índice de refracción del nitruro de silicio está en el intervalo de 1,9-3,88, el índice de refracción del oxinitruro de silicio está en el intervalo de 1,45-3,88, el índice de refracción del óxido de silicio es 1,45 y el índice de refracción del óxido de aluminio es 1,63. Puede entenderse que los índices de refracción de los materiales anteriores también pueden ajustarse a otros valores de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento.

Además, en una realización de la invención, una capa de fluoruro de magnesio está adicionalmente dispuesta en el exterior de la primera capa dieléctrica 40 y/o la segunda capa dieléctrica 50. Es decir, además de una o una combinación de más de la capa de óxido de aluminio, la capa de nitruro de silicio, la capa de oxinitruro de silicio, la capa de carburo de silicio, la capa de silicio amorfo y la capa de óxido de silicio seleccionadas para la primera capa dieléctrica 40 y la segunda capa dieléctrica 50, se puede disponer adicionalmente una capa de fluoruro de magnesio en el exterior de la primera capa dieléctrica 40 y/o la segunda capa dieléctrica 50. Se exige que la capa de fluoruro de magnesio tenga el índice de refracción más bajo. Generalmente, el índice de refracción se ajusta a 1,4. La capa de fluoruro de magnesio tiene el efecto óptico de mejorar la antirreflexión.

Además, en una realización de la invención, se dispone adicionalmente una capa de campo eléctrico o una unión flotante entre la cara delantera del sustrato de silicio 10 y la primera capa dieléctrica 40. Específicamente, la capa de campo eléctrico se prepara mediante la difusión de fósforo sobre el sustrato de silicio 10, o bien la unión flotante se prepara mediante la difusión de boro. La capa de campo eléctrico o la unión flotante se usan como campo eléctrico de la superficie delantera de la célula solar.

En una realización de la invención, la primera capa conductora 60 y/o la segunda capa conductora 70 son una película conductora transparente de TCO y/o un electrodo metálico. El electrodo metálico incluye un electrodo de plata, un electrodo de cobre, un electrodo de aluminio, un electrodo de cobre revestido de estaño o un electrodo de cobre revestido de plata. Además, el electrodo de cobre es cobre galvanizado preparado usando un proceso de galvanizado, o bien el electrodo de cobre se ha preparado mediante deposición física de vapor. Se utiliza un electrodo de níquel, un electrodo de cromo, un electrodo de titanio o un electrodo de tungsteno como capa semilla o capa protectora del cobre galvanizado. Debe indicarse que la primera capa conductora 60 y la segunda capa conductora 70 pueden seleccionar el mismo electrodo o electrodos diferentes. Por ejemplo, tanto para la primera capa conductora 60 como para la segunda capa conductora 70 se selecciona el electrodo de aluminio, o bien para la primera capa conductora 60 se selecciona el electrodo de plata y para la segunda capa conductora 70 se selecciona el electrodo de aluminio.

Además, en una realización de la invención, se realiza adicionalmente un proceso de texturización antes de preparar la primera capa dieléctrica 40 sobre la cara delantera del sustrato de silicio 10. Una forma conformada sobre la cara delantera incluye, aunque no de forma limitativa, una superficie pulida con álcali, una superficie pulida mecánicamente, una forma piramidal aleatoria, una forma de pirámide invertida, una forma de tapa esférica, una ranura en forma de V y una forma comprendida entre las formas anteriores. La forma de la superficie conformada sobre la cara delantera del sustrato de silicio 10 ayuda a reducir la reflexión de la luz solar sobre la cara delantera, mejorando de este modo la eficacia de conversión de la célula solar.

Además, en una realización de la invención, la segunda capa dieléctrica 50 puede cubrir solamente una región entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 sobre el sustrato de silicio 10, o bien se puede extender para cubrir la primera región dopada 20 y/o la segunda región dopada 30. Cuando la segunda capa dieléctrica 50 cubre solamente la región entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 sobre el sustrato de silicio 10, la primera capa conductora 60 cubre la cara posterior completa de la primera región dopada 20 para conexión eléctrica, y la segunda capa conductora 70 cubre la cara posterior completa de la segunda región dopada 30 para la conexión eléctrica. Cuando la segunda capa dieléctrica 50 se extiende para cubrir la primera región dopada 20 y/o la segunda región dopada 30, la primera capa conductora 60 cubre una superficie posterior de una parte restante que no había quedado cubierta por la segunda capa dieléctrica 50 en la primera región dopada 20 para conseguir la conexión eléctrica, y la segunda capa conductora 70 cubre una superficie posterior de una parte restante que no había quedado cubierta por la segunda capa dieléctrica 50 en la segunda región dopada 30 para la conexión eléctrica. Cuando la segunda capa dieléctrica 50 cubre la cara posterior completa, la primera capa conductora 60 penetra en la segunda capa dieléctrica 50 a través de perforaciones o efectos similares para conectarse eléctricamente con la primera región dopada 20, y la segunda capa conductora 70 penetra en la segunda capa dieléctrica 50 a través de perforaciones o efectos similares para conectarse con la segunda región dopada 30. Las polaridades de conductividad de la primera capa conductora 60 y la segunda capa conductora 70 se determinan de acuerdo con las polaridades de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30, algo que no está específicamente limitado en el presente documento.

En una realización de la invención, en referencia a la fig. 2, fig. 3 y la fig. 4, la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están dispuestas alternativamente sobre la cara posterior del sustrato de silicio 10. Para evitar fenómenos indeseables tales como las fugas eléctricas producidas por una conexión sin obstrucciones entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30, se proporciona una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30. La separación separa la primera región dopada 20 de la segunda región dopada 30. En correspondencia, la segunda capa dieléctrica 50 cubre la separación. Debe indicarse que la forma superficial de la separación que está en contacto con el sustrato de silicio 10 puede tener además una estructura de textura rugosa dispuesta sobre la misma. La estructura de textura rugosa está conformada habitualmente con medios de texturización e incluye, aunque no de forma limitativa, una superficie pulida con álcali, una superficie pulida mecánicamente, una forma piramidal aleatoria, una forma de pirámide invertida, una forma de tapa esférica, una ranura en forma de V y una forma comprendida entre las formas anteriores. Se puede formar una textura semiesférica mediante texturización con ácido, se puede formar una textura en forma de pirámide mediante texturización con álcalis, o bien la textura en forma de pirámide se puede formar en primer lugar mediante una texturización con álcali y, a continuación, se realiza un suavizado sobre la parte superior de la forma de pirámide mediante texturización con ácido. De este modo, la forma

superficial conformada en la separación sobre la cara posterior del sustrato de silicio 10 ayuda a que el sustrato de silicio 10 absorba y reutilice la luz más eficazmente, y la densidad de corriente de cortocircuito aumente, mejorando la eficacia de conversión de la célula solar.

5 En otra realización de la invención, en referencia a la fig. 5, fig. 6 y la fig. 7, se proporcionan ranuras separadas entre sí sobre la cara posterior del sustrato de silicio 10. La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están dispuestas alternativamente en las ranuras. Las ranuras se pueden formar mediante ablación con láser o utilizando una combinación de una máscara (tal como una máscara dura, una máscara de óxido de silicio, una máscara de nitruro de silicio o una máscara fotorresistente) y grabado en húmedo o en seco. Mediante las ranuras separadas entre sí sobre la cara posterior del sustrato de silicio 10, se forma de manera general una región entre dos ranuras
10 adyacentes del sustrato de silicio 10 en forma de saliente. Por lo tanto, el bloqueo entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 dispuestas en las ranuras se puede llevar a cabo mediante la estructura saliente entre las ranuras del sustrato de silicio 10. Definitivamente, de forma opcional, se puede disponer adicionalmente una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30. En este caso se puede proporcionar una separación en la estructura saliente o en la ranura, de manera que se puede conseguir un doble aislamiento entre
15 la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 mediante la estructura saliente entre las ranuras del sustrato de silicio 10 y la estructura de separación.

La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 incluyen al menos la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores. Debe indicarse que la capa de pasivación en la estructura de contacto pasivada puede cubrir solamente una pared inferior de las ranuras, o bien se puede extender para cubrir las paredes
20 laterales de la ranura. Preferentemente, la capa de pasivación cubre la pared inferior y las paredes laterales de la ranura. En este caso, la primera capa dopada se dispone en correspondencia sobre la pared inferior y las paredes laterales de la ranura. Por lo tanto, los portadores generados sobre el sustrato de silicio 10 se separan fácilmente usando la capa de pasivación en las paredes laterales de la ranura y se recogen selectivamente en la correspondiente segunda capa dopada. De esta manera, se puede llevar a cabo la recogida multidimensional de los portadores en la pared inferior y las paredes laterales de la ranura. Debe indicarse que la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 pueden estar dispuestas respectivamente en regiones parciales de las correspondientes ranuras.

Además, en una realización de la invención, la ranura tiene forma de arco circular, forma trapezoidal o una forma cuadrada. La ranura se diseña preferentemente para que tenga una forma de arco circular o una forma trapezoidal. Cuando la ranura se diseña en forma de arco circular o forma trapezoidal, las paredes interiores de la ranura pueden reflejar la luz de forma más deseable, y el área superficial de la primera capa de pasivación de la estructura de contacto pasivada que está en contacto con la primera capa dopada puede aumentar aún más. Definitivamente, cuando la ranura se diseña en forma cuadrada, el proceso de producción real es mucho más sencillo. Se debe indicar además que las ranuras pueden tener la misma forma o formas diferentes. Por ejemplo, la ranura de la primera región dopada 20 y la ranura de la segunda región dopada 30 se diseñan en forma cuadrada, o bien la ranura de la primera región
30 dopada 20 se diseña de forma cuadrada y la ranura de la segunda región dopada 30 se diseña en forma de arco circular, o formas similares. Así, las formas de las ranuras se pueden diseñar de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento. Además, la anchura y profundidad de cada ranura se pueden diseñar iguales o diferentes, y se pueden diseñar de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento.

Además, en una realización de la invención, el espesor total de la primera región dopada 20 y/o el espesor total de la segunda región dopada 30 pueden ser mayores, menores o iguales a la profundidad de la ranura. Cuando el espesor total de la primera región dopada 20 y/o el espesor total de la segunda región dopada 30 son menores o iguales a la profundidad de la ranura, la primera región dopada 20 y/o la segunda región dopada 30 no se extienden fuera de la ranura. Por lo tanto, el bloqueo de la primera región dopada 20 y/o la segunda región dopada 30 se lleva a cabo directamente mediante la estructura saliente entre las ranuras. Cuando el espesor total de la primera región dopada 20 y/o el espesor total de la segunda región dopada 30 son mayores que la profundidad de la ranura, la primera región dopada 20 y/o la segunda región dopada 30 pueden extenderse hasta las regiones salientes entre las ranuras. Es decir, por ejemplo, la primera región dopada 20 puede extenderse hasta una región parcial o total entre las ranuras, pero no entra en contacto con la segunda región dopada 30 adyacente.

Además, en una realización de la invención, la cara posterior del sustrato de silicio 10 en las regiones salientes entre las ranuras tiene una estructura de textura rugosa. La estructura de textura rugosa está conformada habitualmente con medios de texturización e incluye, aunque no de forma limitativa, una superficie pulida con álcali, una superficie pulida mecánicamente, una forma piramidal aleatoria, una forma de pirámide invertida, una forma de tapa esférica, una ranura en forma de V y una forma comprendida entre las formas anteriores. Se puede formar una textura semiesférica mediante texturización con ácido, se puede formar una textura en forma de pirámide mediante texturización con álcalis, o bien la textura en forma de pirámide se puede formar en primer lugar mediante una texturización con álcali y, a continuación, se realiza un suavizado sobre la parte superior de la forma de pirámide mediante texturización con ácido. Puede entenderse que la estructura de textura rugosa también puede estar dispuesta sobre la cara posterior completa del sustrato de silicio 10.

60 En otra realización más de la invención, en referencia de la fig. 8 a la fig. 11, se proporcionan ranuras separadas entre sí sobre la cara posterior del sustrato de silicio 10. Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada

30 está dispuesta en una de las ranuras, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada está dispuesta fuera de las ranuras. Para llevar a cabo el bloqueo entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30, se puede proporcionar adicionalmente una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30. La primera región dopada 20 está separada de la segunda región dopada 30 por la separación, como se muestra en la fig. 8, fig. 9 y la fig. 10. La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 también pueden estar dispuestas en regiones parciales dentro y fuera de las ranuras, de manera que el sustrato de silicio 10 dentro y fuera de las ranuras que no esté cubierto por la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 actúe como separación de la primera región dopada 20 de la segunda región dopada 30, como se muestra en la fig. 11. Definitivamente, la falta de contacto entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 también se puede llevar a cabo estableciendo la profundidad de la ranura. Para otras descripciones específicas de la ranura y de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 dispuestas dentro y fuera de las ranuras, consultar las descripciones anteriores, y los detalles no se volverán a describir en el presente documento.

Por lo tanto, en una realización de la invención, tanto la primera región dopada 20 como la segunda región dopada 30 pueden estar dispuestas en la cara posterior del sustrato de silicio 10, o bien ambas pueden estar dispuestas en las ranuras separadas entre sí sobre el sustrato de silicio 10, o bien pueden estar respectivamente dispuestas dentro y fuera de las ranuras separadas sobre el sustrato de silicio 10. La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 incluyen al menos la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, e incluyen una estructura de difusión que comprende la cuarta capa dopada, la estructura de región dopada comprendiendo la cuarta capa dopada, la tercera capa de pasivación y la quinta capa dopada, o bien una estructura de contacto pasivada convencional que comprende una capa de efecto túnel y una región dopada. Así, la célula solar preparada puede ser como se indica.

Célula I: La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están ambas dispuestas sobre la cara posterior del sustrato de silicio 10. La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tienen la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores. Se proporciona una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

Célula II: La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están ambas dispuestas sobre la cara posterior del sustrato de silicio 10. Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de difusión que comprende la cuarta capa dopada. Se proporciona una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

Célula III: La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están ambas dispuestas sobre la cara posterior del sustrato de silicio 10. Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de región dopada que comprende la cuarta capa dopada, la tercera capa de pasivación y la quinta capa dopada. Se proporciona una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

Célula IV: La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están ambas dispuestas sobre la cara posterior del sustrato de silicio 10. Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de contacto pasivada convencional que comprende la capa de efecto túnel y la región dopada. Se proporciona una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

Célula V: La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están dispuestas alternativamente en las ranuras del sustrato de silicio 10. La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tienen ambas la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores.

Célula VI: La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están dispuestas alternativamente en las ranuras del sustrato de silicio 10. Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de difusión que comprende la cuarta capa dopada.

Célula VII: La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están dispuestas alternativamente en las ranuras del sustrato de silicio 10. Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de región dopada que comprende la cuarta capa dopada, la tercera capa de pasivación y la quinta capa dopada.

Célula VIII: La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 están dispuestas alternativamente en las ranuras del sustrato de silicio 10. Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de contacto pasivada convencional que comprende la capa de efecto túnel y la región dopada.

Célula IX: La primera región dopada 20 está dispuesta en la ranura y la segunda región dopada 30 está dispuesta en el saliente. La primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tienen ambas la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores. Se puede proporcionar una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

5 Célula X: Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de difusión que comprende la cuarta capa dopada. La estructura de contacto pasivada se dispone sobre el saliente y la estructura de difusión se dispone en la ranura. Se puede proporcionar una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

10 Célula XI: Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de difusión que comprende la cuarta capa dopada. La estructura de contacto pasivada se dispone en la ranura y la estructura de difusión se dispone en el saliente. Se puede proporcionar una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

15 Célula XII: Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de región dopada que comprende la cuarta capa dopada, la tercera capa de pasivación y la quinta capa dopada. La estructura de contacto pasivada se dispone sobre el saliente y la estructura de región dopada se dispone en la ranura. Se puede proporcionar una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

20 Célula XIII: Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de región dopada que comprende la cuarta capa dopada, la tercera capa de pasivación y la quinta capa dopada. La estructura de contacto pasivada se dispone en la ranura y la estructura de región dopada se dispone sobre el saliente. Se puede proporcionar una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

25 Célula XIV: Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de contacto pasivada convencional que comprende la capa de efecto túnel y la región dopada. La estructura de contacto pasivada se dispone sobre el saliente y la estructura de contacto pasivada convencional se dispone en la ranura. Se puede proporcionar una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

30 Célula XV: Una de la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30 tiene la estructura de contacto pasivada descrita en las realizaciones anteriores, y la otra de la primera región dopada y la segunda región dopada tiene la estructura de contacto pasivada convencional que comprende la capa de efecto túnel y la región dopada. La estructura de contacto pasivada se dispone en la ranura y la estructura de contacto pasivada convencional se dispone sobre el saliente. Se puede proporcionar una separación entre la primera región dopada 20 y la segunda región dopada 30.

35 En esta realización, se proporciona una abertura en la segunda región de contacto pasivada, y la capa conductora penetra en la abertura para conectarse a la primera región de contacto pasivada, de manera que la capa conductora se dispone en la primera región de contacto pasivada. Por lo tanto, la segunda región de contacto pasivada que rodea la capa conductora puede formar una protección de aislamiento para la capa conductora, formando de este modo un aislamiento entre un emisor y la capa conductora dispuesta sobre un campo de la cara posterior en la célula preparada usando la estructura de contacto pasivada. De esta manera se potencia el efecto de aislamiento, y se reduce el espacio de recombinación de una región de carga espacial. Cuando no se proporciona una abertura por adelantado, la capa conductora puede imprimirse directamente sobre la segunda región de contacto pasivada para su sinterización, para hacer que la capa conductora atraviese la segunda región de contacto pasivada, para que entre en contacto con la segunda capa dopada de la primera región de contacto pasivada. En la técnica anterior, cuando la capa conductora se imprimía sobre la segunda capa dopada para su sinterización, la segunda capa dopada y la capa de pasivación se quemaban fácilmente, haciendo que la capa conductora entrara en contacto directo con el sustrato de silicio, dando como resultado un aumento de la recombinación y una menor eficacia de conversión. Mediante las realizaciones de la exposición, se resuelven los problemas anteriores. Además, la segunda región de contacto pasivada bloquea adicionalmente los contaminantes, reduciendo la posibilidad de contaminación de la superficie. Además, la abertura proporcionada en la segunda región de contacto pasivada se puede usar como referencia de alineamiento durante la preparación posterior de la capa conductora, de manera que la preparación de la capa conductora es más exacta. Puesto que el nivel de Fermi de la primera capa dopada cambia, la concentración de metal de transición en el sólido aumenta, aumentando la captación de impurezas. Puesto que el nivel de Fermi de la tercera capa dopada cambia, también aumentan los defectos de la interfase, por lo que se pueden formar puntos de nucleación heterogénea en el defecto de la interfase para mejorar el efecto de captación de impurezas. De esta forma, se consigue un efecto de captación adicional. El hidrógeno contenido en la segunda capa dopada y la tercera capa dopada puede difundirse hacia el interior en un proceso a temperaturas elevadas, de manera que se mejora la pasivación con hidrógeno. Por lo tanto, se resuelven el efecto aislante deficiente de una capa conductora convencional, y la mayor recombinación y la menor eficacia de conversión producidas por el contacto directo con un sustrato de silicio.

Ejemplo 3

Una tercera realización de la invención proporciona una célula solar. Para facilitar la descripción, solamente se muestran las partes relacionadas con esta realización de la exposición. En referencia a la fig. 12, la célula solar proporcionada en esta realización de la exposición incluye:

- 5 un sustrato de silicio 10;
- la estructura de contacto pasivada 1 descrita en las realizaciones anteriores, dispuesta sobre una cara posterior del sustrato de silicio 10;
- una tercera capa dieléctrica 80, dispuesta sobre la estructura de contacto pasivada 1;
- 10 una sexta capa dopada 90 y una cuarta capa dieléctrica 100, dispuestas sobre una cara delantera del sustrato de silicio 10 en secuencia; y
- una tercera capa conductora 110 y una cuarta capa conductora 120, eléctricamente conectadas respectivamente a la estructura de contacto pasivada 1 y a la sexta capa dopada 90.

La estructura de contacto pasivada 1 y la sexta capa dopada 90 tienen polaridades opuestas.

- 15 La sexta capa dopada 90 es una capa dopada de silicio monocristalino, dopada con un elemento del grupo III o del grupo V. Para ver más detalles sobre la sexta capa dopada, consultar la descripción de la primera capa dopada en la estructura de contacto pasivada 1 en las realizaciones anteriores. Debe indicarse que, puesto que la estructura de región dopada y la sexta región dopada 90 tienen polaridades opuestas, la primera capa dopada y la sexta capa dopada 90 están respectivamente dopadas con elementos de grupos diferentes. Es decir, cuando la primera capa dopada está dopada con un elemento del grupo III, la sexta capa dopada 90 está dopada con un elemento del grupo V. Cuando la primera capa dopada está dopada con un elemento del grupo V, la sexta capa dopada 90 está dopada con un elemento del grupo III.
- 20

- 25 En una realización de la invención, cada una de la tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100 son una o una combinación de una pluralidad de una capa de óxido de aluminio, una capa de nitruro de silicio, una capa de oxinitruro de silicio, una capa de carburo de silicio, una capa de silicio amorfo y una capa de óxido de silicio. La tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100 consiguen un efecto de pasivación. Cada una de la tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100 está diseñada como una estructura que tiene al menos una capa. Los índices de refracción de la tercera capa dieléctrica y la cuarta capa dieléctrica disminuyen desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior, de manera que una capa de película cercana al sustrato de silicio 10 consigue el efecto de pasivación, y una capa de película alejada del sustrato de silicio 10 consigue un efecto antirreflectante, mejorando de este modo el efecto antirreflectante. De este modo, el sustrato de silicio 10 absorbe y utiliza la luz de forma más eficaz, y la corriente de cortocircuito aumenta. Cada capa de película de la tercera capa dieléctrica 80 y de la cuarta capa dieléctrica 100 que tiene una estructura diferente puede comprender una pluralidad de películas, teniendo cada una un índice de refracción diferente. De acuerdo con lo anterior, las capas de película están dispuestas de forma que los índices de refracción de las capas de película disminuyen desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. Por ejemplo, la capa de óxido de silicio en la tercera capa dieléctrica 80 puede comprender una pluralidad de películas de óxido de silicio que tienen índices de refracción decrecientes desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior.
- 30
- 35

- 40 Debe indicarse que la tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100 pueden tener la misma disposición estructural o disposiciones estructurales diferentes. Las estructuras de capa de película de la tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100 pueden diseñarse en correspondencia de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento. Preferentemente, la tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100 están diseñadas iguales, de manera que la cuarta capa dieléctrica 80 y la tercera capa dieléctrica 100 se pueden preparar sobre la cara delantera y la cara posterior del sustrato de silicio 10 respectivamente usando el mismo proceso.

- 45 En una realización preferida de la invención, la tercera capa dieléctrica 80 y/o la cuarta capa dieléctrica 100 incluyen una estructura de doble capa de una capa de óxido de aluminio y una capa de carburo de silicio o una estructura de doble capa de una capa de óxido de silicio y una capa de carburo de silicio. El espesor total de la tercera capa dieléctrica 80 es mayor de 25 nm y el espesor total de la cuarta capa dieléctrica 100 es mayor de 50 nm. Puede entenderse que las disposiciones estructurales específicas de la tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100 incluyen, aunque no de forma limitativa, los ejemplos específicos anteriormente enumerados.

- 50 Además, en una realización de la invención, el espesor de la capa de óxido de aluminio o la capa de óxido de silicio en la tercera capa dieléctrica 80 es menor de 25 nm. El espesor de la capa de óxido de aluminio o la capa de óxido de silicio en la cuarta capa dieléctrica 100 es menor de 40 nm. El espesor de la capa de carburo de silicio en la tercera capa dieléctrica 80 y/o en la cuarta capa dieléctrica 100 es mayor de 10 nm. La capa de carburo de silicio en la tercera capa dieléctrica 80 y/o en la cuarta capa dieléctrica 100 no solamente proporciona un efecto de pasivación de hidrógeno, sino también reduce la absorción de luz parásita en virtud del gran hueco en la banda óptica y un bajo coeficiente de absorción.
- 55

Debe indicarse que la estructura multicapa en esta realización de la invención es conforme con una secuencia de disposición desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. Por ejemplo, cuando la anterior tercera capa dieléctrica 80 incluye la capa de óxido de aluminio y la capa de carburo de silicio, la capa de óxido de aluminio está cerca del sustrato de silicio 10, y la capa de carburo de silicio está cerca del exterior. Además, debe indicarse que, en los dibujos, la fig. 12 solo muestra la tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100 como estructuras de doble capa. Sin embargo, puede entenderse que la tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100 también pueden incluir otro número de capas. Se pueden diseñar respectivas estructuras específicas de acuerdo con las necesidades reales, y no están completamente limitadas por los dibujos. También se debe señalar que cada dibujo de la exposición se utiliza solamente para describir la distribución estructural específica en la célula solar, pero no se corresponde con el tamaño real de cada estructura. Los dibujos no corresponden completamente con tamaños reales específicos en esta realización, y el tamaño real de cada estructura debe adaptarse a los parámetros específicos proporcionados en esta realización.

Además, la capa de carburo de silicio en la tercera capa dieléctrica 80 y/o en la cuarta capa dieléctrica 100 comprende al menos una película de carburo de silicio, teniendo cada una un índice de refracción específico. Los índices de refracción de las películas de carburo de silicio disminuyen desde el sustrato de silicio 10 hacia el exterior. Opcionalmente, el índice de refracción de cada material se puede seleccionar generalmente de la siguiente forma: el índice de refracción del silicio monocristalino es 3,88, el índice de refracción del silicio amorfo está en el intervalo de 3,5-4,2, el índice de refracción del polisilicio es 3,93, el índice de refracción del carburo de silicio está en el intervalo de 2-3,88, el índice de refracción del nitruro de silicio está en el intervalo de 1,9-3,88, el índice de refracción del oxinitruro de silicio está en el intervalo de 1,45-3,88, el índice de refracción del óxido de silicio es 1,45 y el índice de refracción del óxido de aluminio es 1,63. Puede entenderse que los índices de refracción de los materiales anteriores también pueden ajustarse a otros valores de acuerdo con los requisitos de uso real, algo que no está específicamente limitado en el presente documento.

Además, en una realización de la invención, una capa de fluoruro de magnesio está adicionalmente dispuesta en el exterior de la tercera capa dieléctrica 80 y/o la cuarta capa dieléctrica 100. Es decir, además de una o una combinación de más de la capa de óxido de aluminio, la capa de nitruro de silicio, la capa de oxinitruro de silicio, la capa de carburo de silicio, la capa de silicio amorfo y la capa de óxido de silicio seleccionadas para la tercera capa dieléctrica 80 y la cuarta capa dieléctrica 100, se puede disponer adicionalmente una capa de fluoruro de magnesio en el exterior de la tercera capa dieléctrica 80 y/o la cuarta capa dieléctrica 100. Se exige que la capa de fluoruro de magnesio tenga el índice de refracción más bajo. Generalmente, el índice de refracción se ajusta a 1,4. La capa de fluoruro de magnesio tiene el efecto óptico de mejorar la antirreflexión.

En una realización de la invención, la tercera capa conductora 110 y/o la cuarta capa conductora 120 son una película conductora transparente de TCO y/o un electrodo metálico. El electrodo metálico incluye un electrodo de plata, un electrodo de cobre, un electrodo de aluminio, un electrodo de cobre revestido de estaño o un electrodo de cobre revestido de plata. Además, el electrodo de cobre es cobre galvanizado preparado usando un proceso de galvanizado, o bien el electrodo de cobre se ha preparado mediante deposición física de vapor. Se utiliza un electrodo de níquel, un electrodo de cromo, un electrodo de titanio o un electrodo de tungsteno como capa semilla o capa protectora del cobre galvanizado. Debe indicarse que la tercera capa conductora 110 y la cuarta capa conductora 120 pueden seleccionarse del mismo material o de diferentes materiales. Por ejemplo, tanto para la tercera capa conductora 110 como para la cuarta capa conductora 120 se selecciona el electrodo de aluminio, o bien para la tercera capa conductora 110 se selecciona el electrodo de plata y para la cuarta capa conductora 120 se selecciona el electrodo de aluminio. Además, la tercera capa conductora 110 penetra en la tercera capa dieléctrica 80 a través de perforaciones o efectos similares para conectarse eléctricamente a la estructura de contacto pasivada 1. La tercera capa conductora 110 penetra en la cuarta capa dieléctrica 100 a través de perforaciones o efectos similares para conectarse eléctricamente a la sexta capa dopada 90. Las polaridades de conductividad de la tercera capa conductora 110 y la cuarta capa conductora 120 se determinan de acuerdo con las polaridades de la estructura de contacto pasivada 1 y la sexta capa dopada 90, lo que no está específicamente limitado en el presente documento.

Además, en una realización de la invención, se realiza adicionalmente un proceso de texturización antes de preparar la cuarta capa dieléctrica 100 sobre la cara delantera del sustrato de silicio 10. Una forma conformada sobre la cara delantera no está limitada a una superficie pulida con álcali, una superficie pulida mecánicamente, una forma piramidal aleatoria, una forma de pirámide invertida, una forma de tapa esférica, una ranura en forma de V y una forma comprendida entre las formas anteriores. La forma de la superficie conformada sobre la cara delantera del sustrato de silicio 10 ayuda a reducir la reflexión de la luz solar sobre la cara delantera, mejorando de este modo la eficacia de conversión de la célula solar.

En esta realización, se proporciona una abertura en la segunda región de contacto pasivada, y la capa conductora penetra en la abertura para conectarse a la primera región de contacto pasivada, de manera que la capa conductora se dispone en la primera región de contacto pasivada. Por lo tanto, la segunda región de contacto pasivada que rodea la capa conductora puede formar una protección de aislamiento para la capa conductora, formando de este modo un aislamiento entre un emisor y la capa conductora dispuesta sobre un campo de la cara posterior en la célula preparada usando la estructura de contacto pasivada. De esta manera se potencia el efecto de aislamiento, y se reduce el espacio de recombinación de una región de carga espacial. Cuando no se proporciona una abertura por adelantado, la capa conductora puede imprimirse directamente sobre la segunda región de contacto pasivada para su sinterización, para

5 hacer que la capa conductora atravesase la segunda región de contacto pasivada, para que entre en contacto con la segunda capa dopada de la primera región de contacto pasivada. En la técnica anterior, cuando la capa conductora se imprimía sobre la segunda capa dopada para su sinterización, la segunda capa dopada y la capa de pasivación se quemaban fácilmente, haciendo que la capa conductora entrara en contacto directo con el sustrato de silicio, dando como resultado un aumento de la recombinación y una menor eficacia de conversión. Mediante las realizaciones de la invención, se resuelven los problemas anteriores. Además, la segunda región de contacto pasivada bloquea adicionalmente los contaminantes, reduciendo la posibilidad de contaminación de la superficie. Además, la abertura proporcionada en la segunda región de contacto pasivada se puede usar como referencia de alineamiento durante la preparación posterior de la capa conductora, de manera que la preparación de la capa conductora es más exacta. 10 Puesto que el nivel de Fermi de la primera capa dopada cambia, la concentración de metal de transición en el sólido aumenta, aumentando la captación de impurezas. Puesto que el nivel de Fermi de la tercera capa dopada cambia, también aumentan los defectos de la interfase, por lo que se pueden formar puntos de nucleación heterogénea en el defecto de la interfase para mejorar el efecto de captación de impurezas. De esta forma, se consigue un efecto de captación adicional. El hidrógeno contenido en la segunda capa dopada y la tercera capa dopada puede difundirse hacia el interior en un proceso a temperaturas elevadas, de manera que se mejora la pasivación con hidrógeno. Por lo tanto, se resuelven el efecto aislante deficiente de una capa conductora convencional, y la mayor recombinación y la menor eficacia de conversión producidas por el contacto directo con un sustrato de silicio. 15

Ejemplo 4

20 Una cuarta realización de la invención proporciona adicionalmente una unidad de células. La unidad de células incluye la célula solar descrita en el Ejemplo 2.

Ejemplo 5

Una quinta realización la invención proporciona además un sistema fotovoltaico. El sistema fotovoltaico incluye la unidad de células descrita en el Ejemplo 4.

Ejemplo 6

25 Una sexta realización de la invención proporciona adicionalmente una unidad de células. La unidad de células incluye la célula solar descrita en el Ejemplo 3.

Ejemplo 7

Una séptima realización la invención proporciona además un sistema fotovoltaico. El sistema fotovoltaico incluye la unidad de células descrita en el Ejemplo 6.

30 Las descripciones anteriores son meras realizaciones preferidas de la invención, que se define mediante las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de contacto pasivada para una célula solar, comprendiendo la estructura de contacto pasivada:
un sustrato de silicio (10); y

una primera región de contacto pasivada (11) dispuesta sobre el sustrato de silicio (10);

en la que:

la primera región de contacto pasivada (11) comprende una primera capa dopada (111), una primera capa de pasivación (112) y una segunda capa dopada (113);

caracterizada por que:

la estructura de contacto pasivada comprende además una segunda región de contacto pasivada (12) dispuesta sobre la primera región de contacto pasivada (11);

la segunda región de contacto pasivada (12) comprende una segunda capa de pasivación (121) y una tercera capa dopada (122);

la primera capa dopada (111), la primera capa de pasivación (112), la segunda capa dopada (113), la segunda capa de pasivación (121) y la tercera capa dopada (122) dispuestas sobre el sustrato de silicio (10) en secuencia; y

la segunda región de contacto pasivada (12) comprende una abertura (13) para conectar una capa conductora de la célula solar a la primera región de contacto pasivada (11) de manera que la capa conductora esté dispuesta en la primera región de contacto pasivada (11).

2. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la primera capa de pasivación (112) es una estructura porosa que comprende una región de huecos, y la primera capa dopada (111) y/o la segunda capa dopada (113) están dispuestas en la región de huecos.

3. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la segunda capa dopada (113) y la tercera capa dopada (122) tienen polaridades de dopaje opuestas.

4. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la primera capa dopada (111) y la segunda capa dopada (113) tienen una misma polaridad de dopaje.

5. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el tamaño de poro de la estructura porosa es menor de 20 μm .

6. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 2, en la que una parte de la región de huecos de la estructura porosa comprende la primera capa dopada (111) y/o la segunda capa dopada (113).

7. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 2, en la que la proporción entre el área de la región de huecos de la estructura porosa y el área total de la estructura porosa es menor del 20 %.

8. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el espesor de la segunda capa de pasivación (121) es mayor que el espesor de la primera capa de pasivación (112).

9. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el espesor de la primera capa de pasivación (112) está en el intervalo de 0,5-10 nm.

10. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el espesor de la segunda capa de pasivación (121) está en el intervalo de 5-150 nm.

11. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la primera capa de pasivación (112) y/o la segunda capa de pasivación (121) son una capa de óxido, una capa de carburo de silicio, una capa de silicio amorfo o una combinación de las mismas.

12. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 11, en la que la capa de óxido comprende una o más de una capa de óxido de silicio y una capa de óxido de aluminio.

13. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la concentración de sustancia dopante de la primera capa dopada (111) está entre la concentración de sustancia dopante del sustrato de silicio (10) y la concentración de sustancia dopante de la segunda capa dopada (113).

14. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la segunda capa dopada (113) y/o la tercera capa dopada (122) comprenden una capa dopada de polisilicio, una capa dopada de carburo de silicio o una capa dopada de silicio amorfo.

15. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 14, en la que la capa dopada de carburo de silicio en la segunda capa dopada (113) o la tercera capa dopada (122) comprende al menos una película de carburo de silicio dopado; y los índices de refracción de las películas de carburo de silicio dopado disminuyen desde el sustrato de silicio (10) hacia el exterior.

16. La estructura de contacto pasivada de acuerdo con la reivindicación 14, en la que la capa dopada de carburo de silicio en la segunda capa dopada (113) y/o en la tercera capa dopada (122) comprende una capa dopada de carburo de silicio hidrogenado, y la conductividad de la capa dopada de carburo de silicio hidrogenado es mayor de 0,01 S·cm; y el espesor de la capa dopada de carburo de silicio hidrogenado es mayor de 10 nm.

17. Una célula solar, que comprende:

una primera región dopada (20) y una segunda región dopada (30), separadas entre sí sobre una cara posterior del sustrato de silicio (10) y teniendo polaridades opuestas;

una primera capa dieléctrica (40), dispuesta en una cara delantera del sustrato de silicio (10);

una segunda capa dieléctrica (50), dispuesta entre la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30); y

una primera capa conductora (60) y una segunda capa conductora (70), dispuestas respectivamente en la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30);

en la que

la primera región dopada (20) y/o la segunda región dopada (30) usan la estructura de contacto pasivada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.

18. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 17, en la que una de la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) usa la estructura de contacto pasivada y la otra de la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) es una cuarta capa dopada dispuesta sobre el sustrato de silicio (10).

19. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 18, en la que una tercera capa de pasivación y una quinta capa dopada están dispuestas sobre la cuarta capa dopada en secuencia.

20. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 17, en la que se proporcionan ranuras separadas entre sí sobre la cara posterior del sustrato de silicio (10), y la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) están dispuestas de manera alternante en las ranuras.

21. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 17, en la que se proporcionan ranuras separadas entre sí sobre la cara posterior del sustrato de silicio (10); una de la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) está dispuesta en una de las ranuras, y la otra de la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) está dispuesta fuera de las ranuras.

22. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 17, 20 o 21, en la que se proporciona una separación entre la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30).

23. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 21, en la que la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) están dispuestas en una parte de regiones dentro y fuera de las ranuras.

24. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 17, en la que cada una de la primera capa dieléctrica (40) y la segunda capa dieléctrica (50) son una capa de óxido de aluminio, una capa de nitruro de silicio, una capa de oxinitruro de silicio, una capa de carburo de silicio, una capa de silicio amorfo, una capa de óxido de silicio, o una combinación de las mismas.

25. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 24 en la que la primera capa dieléctrica (40) y/o la segunda capa dieléctrica (50) comprenden la capa de óxido de aluminio y la capa de carburo de silicio o la capa de óxido de silicio y la capa de carburo de silicio; y

el espesor de la primera capa dieléctrica (40) es mayor de 50 nm y el espesor de la segunda capa dieléctrica (50) es mayor de 25 nm.

26. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 25 en la que el espesor de la capa de óxido de aluminio o de la capa de óxido de silicio en la primera capa dieléctrica (40) es menor de 40 nm, el espesor de la capa de óxido de aluminio o la capa de óxido de silicio en la segunda capa dieléctrica (50) es menor de 25 nm y el espesor de la capa de carburo de silicio en la primera capa dieléctrica (40) y/o en la segunda capa dieléctrica (50) es mayor de 10 nm.

27. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 24 o 25, en la que la capa de carburo de silicio en la primera capa dieléctrica (40) y/o en la segunda capa dieléctrica (50) comprende al menos una película de carburo de silicio; y los índices de refracción de las películas de carburo de silicio disminuyen desde el sustrato de silicio (10) hacia

el exterior.

28. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 24, en la que una capa de fluoruro de magnesio está dispuesta en el exterior de la primera capa dieléctrica (40) y/o la segunda capa dieléctrica (50).

29. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 17, en la que la primera capa conductora (60) y la segunda capa conductora (70) son películas conductoras transparentes de capa de óxido conductor transparente (TCO) y/o electrodos metálicos.

30. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 29, en la que cada uno de los electrodos metálicos comprende un electrodo de plata, un electrodo de cobre, un electrodo de aluminio, un electrodo de cobre revestido de estaño o un electrodo de cobre revestido de plata.

31. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 17, en la que una capa de campo eléctrico o una unión flotante se disponen entre la cara delantera del sustrato de silicio (10) y la segunda capa dieléctrica (50).

32. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 17, en la que una de la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) es una región dopada de tipo P, y la otra de la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) es una región dopada de tipo N; y el espesor de la primera capa de pasivación (112) en la región dopada de tipo P es mayor que el espesor de la primera capa de pasivación (112) en la región dopada de tipo N.

33. La célula solar de acuerdo con la reivindicación 17, en la que una de la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) es una región dopada de tipo P, la otra de la primera región dopada (20) y la segunda región dopada (30) es una región dopada de tipo N, y la densidad de huecos de una primera capa de pasivación (112) en la región dopada de tipo P es mayor que la densidad de huecos de la primera capa de pasivación (112) en la región dopada de tipo N.

34. Una célula solar, que comprende:

la estructura de contacto pasivada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, dispuesta sobre una cara posterior del sustrato de silicio (10);

una tercera capa dieléctrica (80), dispuesta sobre la estructura de contacto pasivada;

una sexta capa dopada (90) y una cuarta capa dieléctrica (100), dispuestas sobre una cara delantera del sustrato de silicio (10) en secuencia; y

una tercera capa conductora (110) y una cuarta capa conductora (120), eléctricamente conectadas respectivamente a la estructura de contacto pasivada y a la sexta capa dopada (90), en la que

la estructura de contacto pasivada y la sexta capa dopada (90) tienen polaridades opuestas.

35. Una unidad de células que comprende la célula solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 17 a 33.

36. Un sistema fotovoltaico, que comprende la unidad de células de acuerdo con la reivindicación 35.

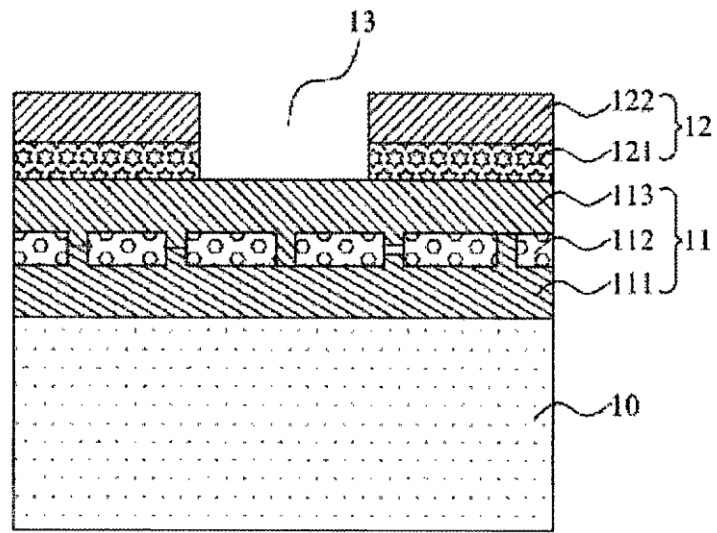


Fig. 1

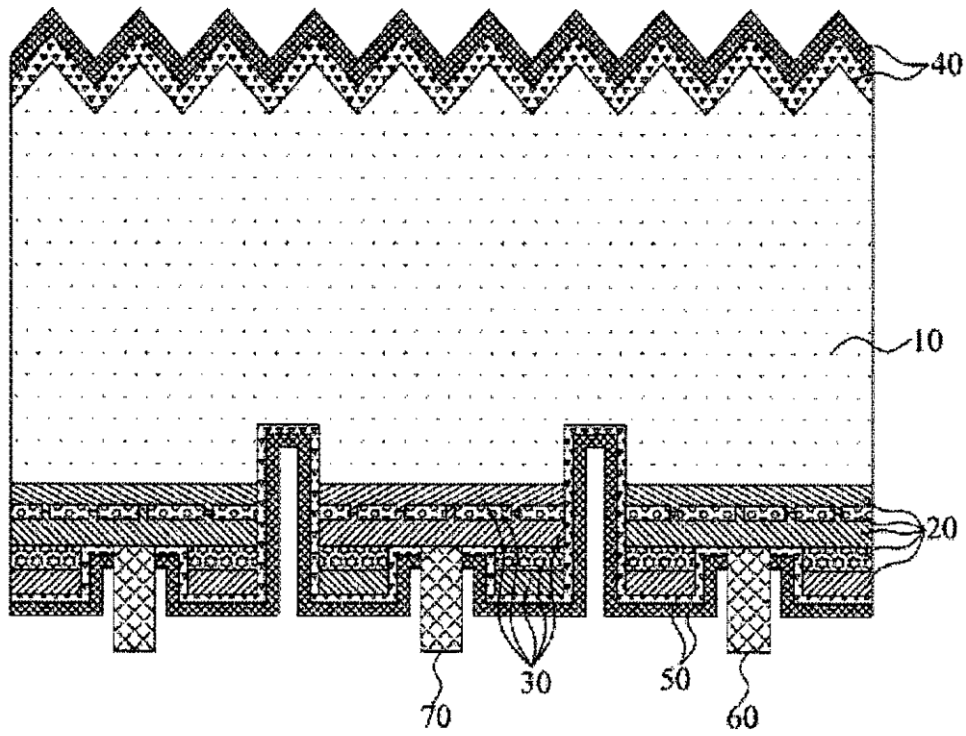


Fig. 2

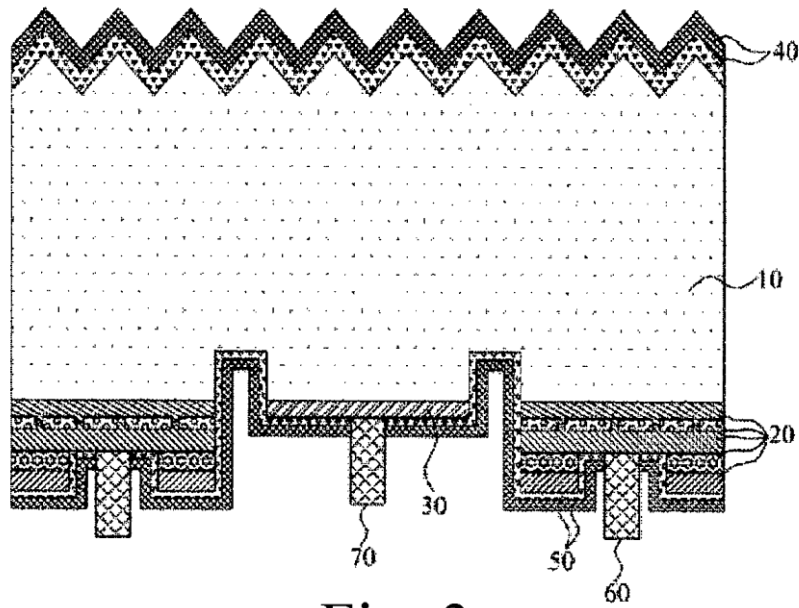


Fig. 3

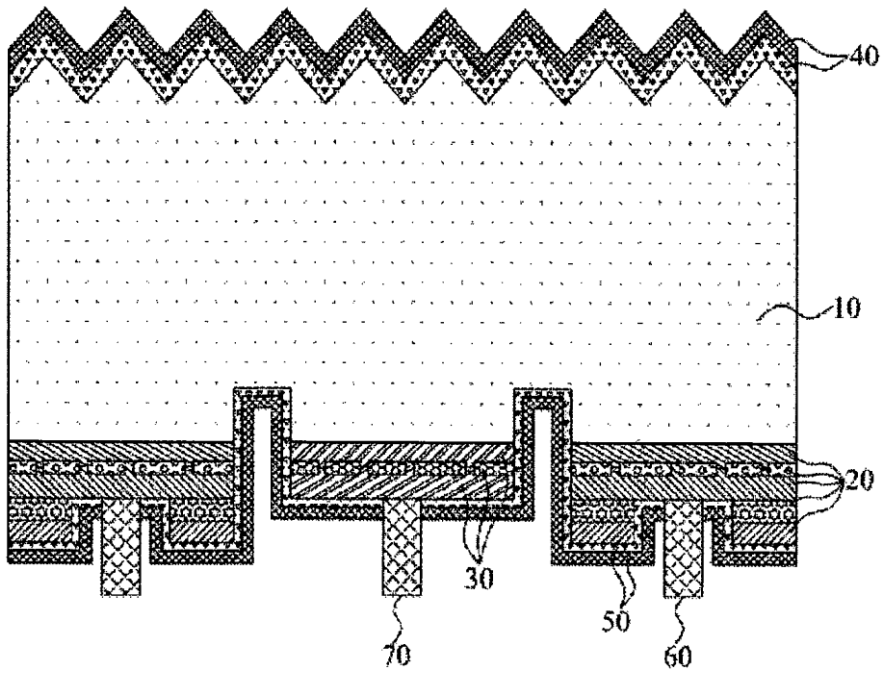


Fig. 4

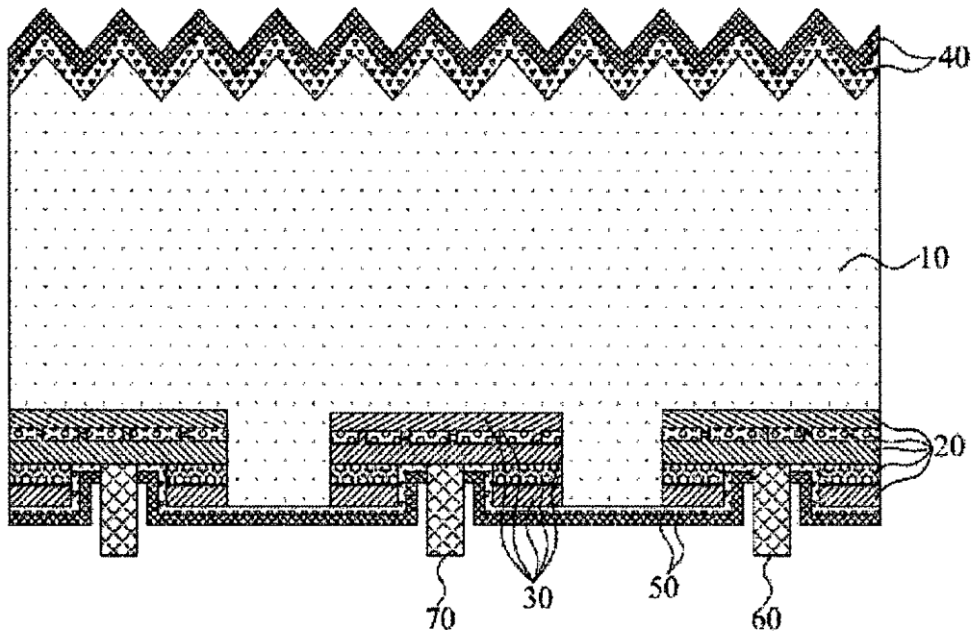


Fig. 5

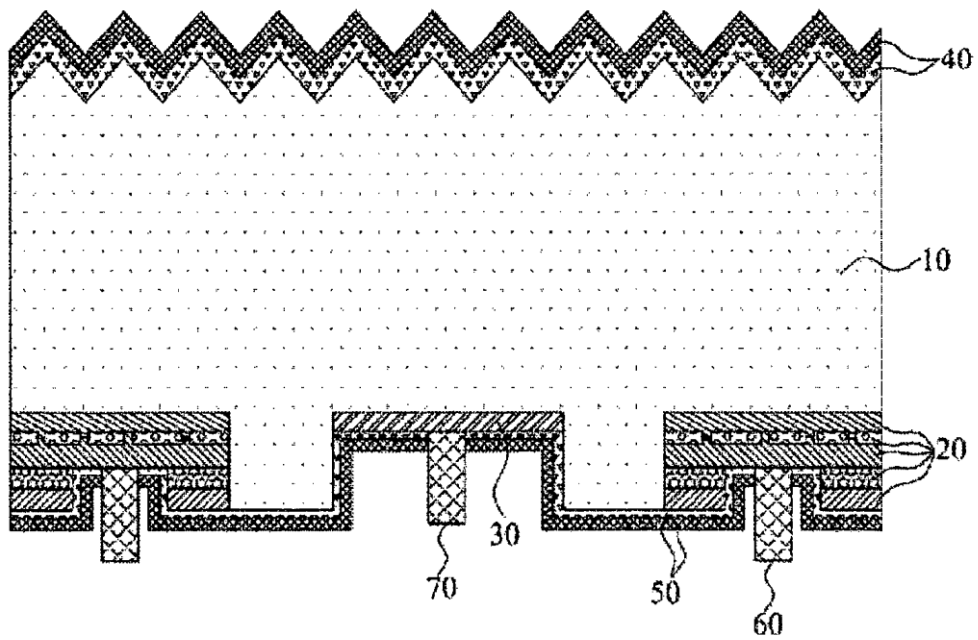


Fig. 6

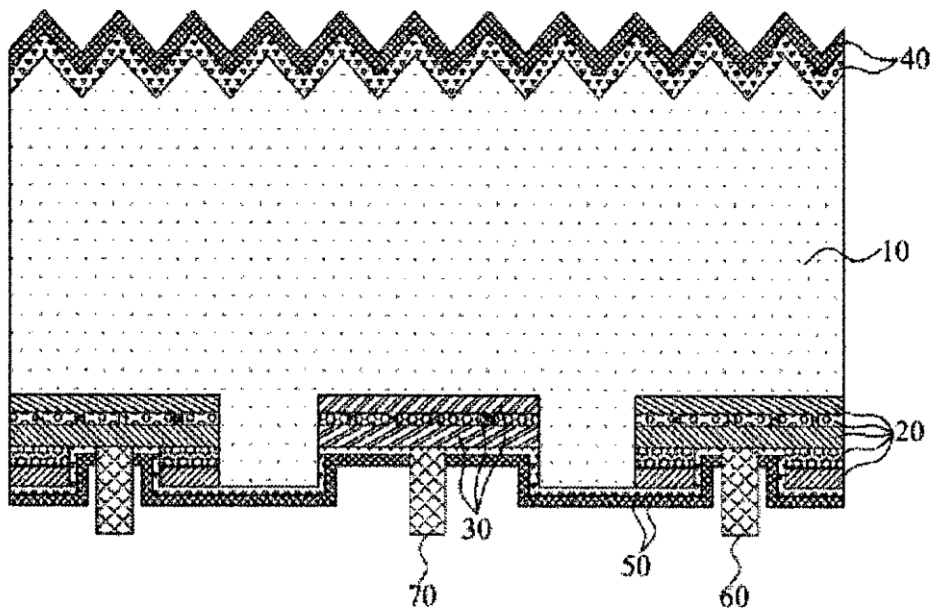


Fig. 7

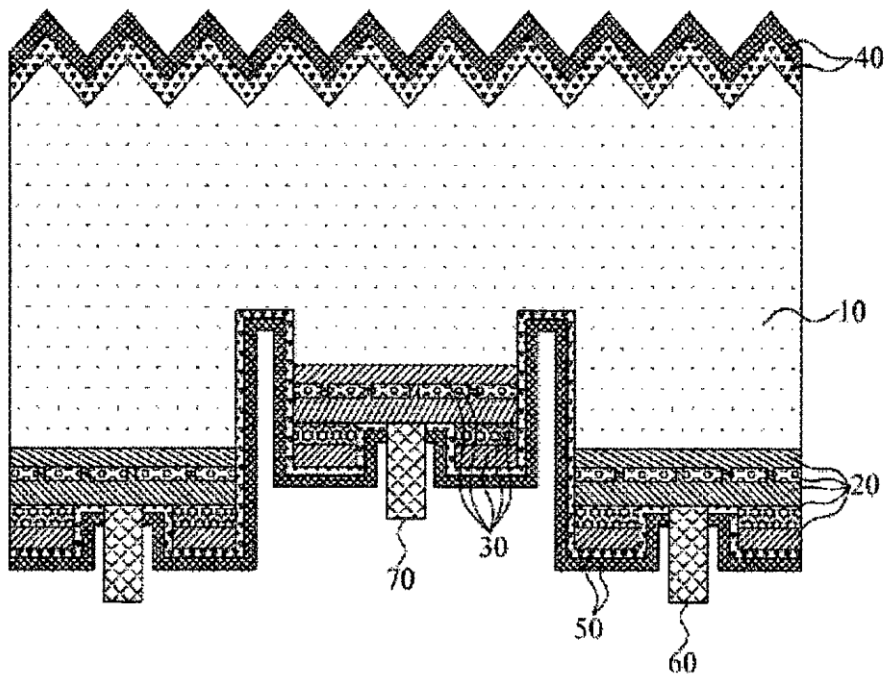


Fig. 8

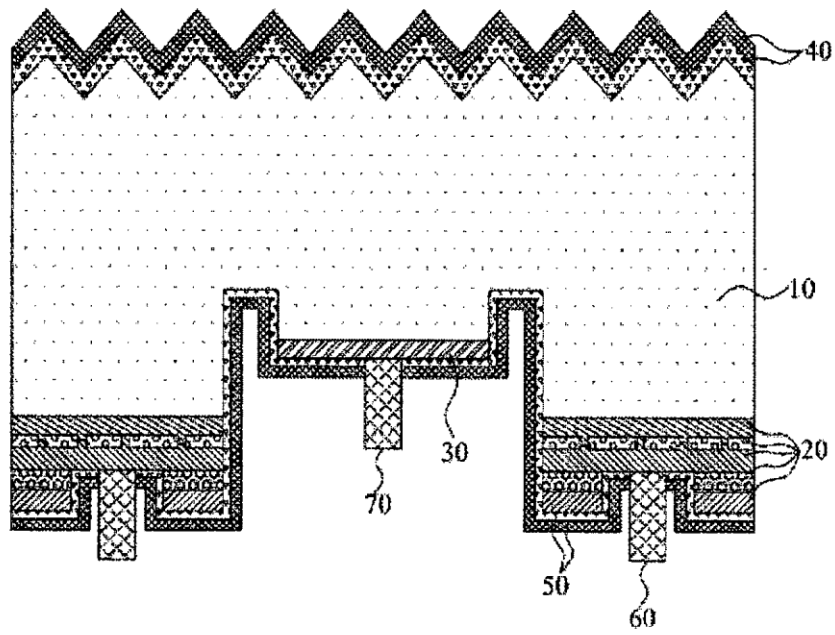


Fig. 9

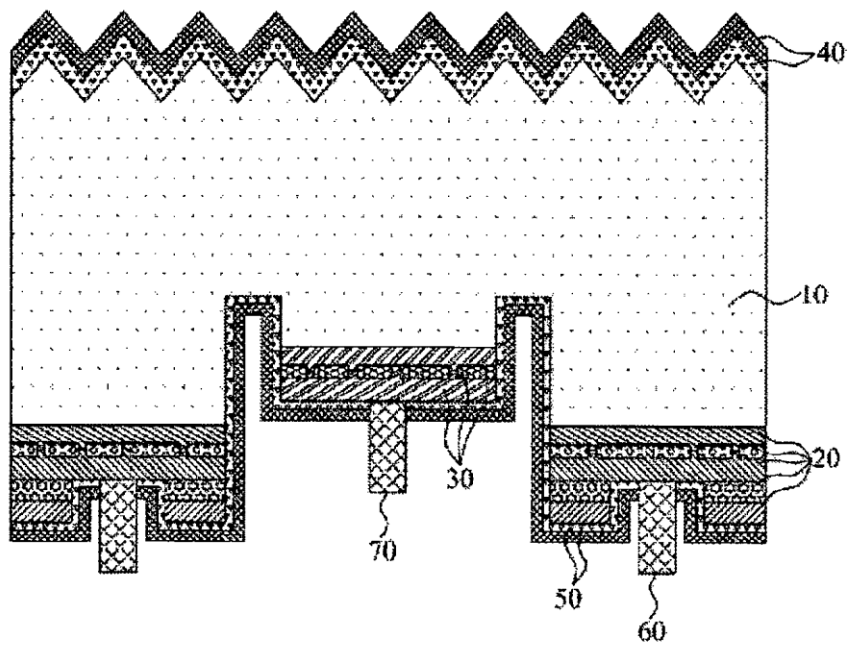


Fig. 10

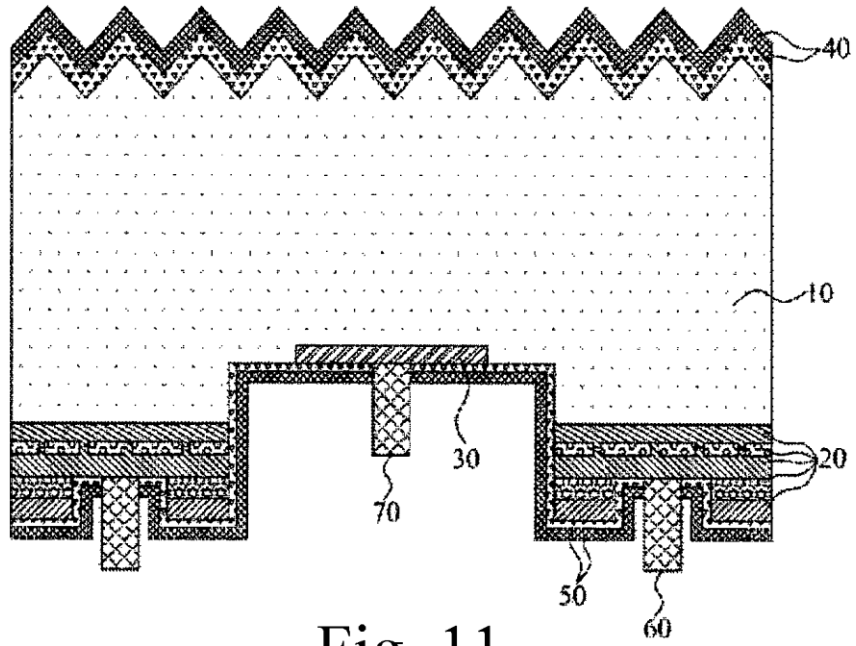


Fig. 11

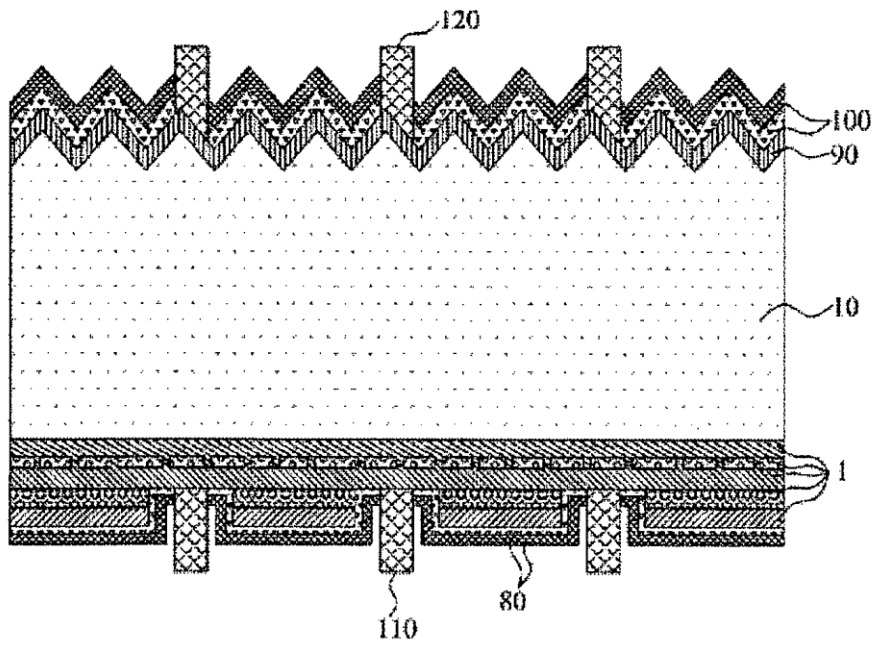


Fig. 12