

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 221**

51 Int. Cl.:

H01L 31/02 (2006.01)

H01L 31/042 (2014.01)

H01L 31/05 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.02.2010 PCT/JP2010/052320**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.08.2010 WO10095634**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2010 E 10743760 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 2400560**

54 Título: **Módulo de batería solar**

30 Prioridad:

17.02.2009 JP 2009033843

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

06.10.2020

73 Titular/es:

**SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (100.0%)
6-1, Ohtemachi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-0004 , JP**

72 Inventor/es:

**MURAKAMI TAKASHI;
OTSUKA HIROYUKI;
WATABE TAKENORI y
ISHIKAWA NAOKI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 785 221 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

Módulo de batería solar

5 Campo técnico

Esta invención se refiere a un módulo de células solares que comprende células solares en forma de dispositivos semiconductores.

10 Técnica anterior

Un módulo de células solares fabricado a partir de células solares cristalinas generalmente se fabrica proporcionando células solares basadas únicamente en sustratos de un tipo de conductividad y conectando las células en serie con el fin de aumentar la tensión. En este caso, si cada célula tiene un electrodo de primera polaridad en un lado de la superficie receptora de luz y un electrodo de segunda polaridad (opuesta a la primera polaridad) en un lado de la superficie no receptora de luz, entonces el electrodo de primera polaridad en el lado de la superficie receptora de luz debe estar conectado al electrodo de segunda polaridad en el lado de la superficie no receptora de luz por un conductor que contenga soldadura y otros componentes (denominado "cable de fijación") para lograr la conexión en serie. Los electrodos que están conectados por el cable de fijación son electrodos de un ancho relativamente grande (aproximadamente 1 a 3 mm) y generalmente conocidos como electrodos de barra colectora.

En el módulo convencional de células solares mencionado anteriormente, se intenta organizar las células solares lo más cerca posible entre sí para aumentar la eficacia de conversión del módulo. Sin embargo, debido a la presencia del cable de fijación que conecta los electrodos en los lados de la superficie receptora de luz y no receptora de luz, un intento de reducir el espacio entre las células solares a una distancia de 3,0 mm o menos encuentra el problema de falla en el borde de la célula debido a la tensión de flexión del cable de fijación. Esto provoca una reducción de la densidad de empaquetado de las células solares en relación con el área del módulo de células solares.

Un enfoque para este problema es reducir el espesor del propio cable de fijación simplemente con el propósito de reducir la tensión de flexión del cable de fijación, aunque surge otro problema de mayor resistencia del cableado. Se describe otro enfoque, por ejemplo, en el documento JP-A 2008-147260 (Documento de patente 1), que propone un módulo de células solares en el que se proporciona un cable de fijación con una porción doblada previamente, y el cable de fijación se conecta de modo que la porción doblada se disponga entre células adyacentes, reduciendo así la tensión de flexión del alambre del cable de fijación y evitando la falla del borde de la célula.

Este método, sin embargo, tiene inconvenientes en que debe prepararse un cable de fijación que tenga una porción doblada especial, y la presencia de la porción doblada aumenta la longitud de conexión del cable de fijación, exacerbando así el factor de forma del módulo de células solares.

El documento DE 10 2006 021 804 A1 divulga un módulo de células solares que comprende, en una disposición alternativa, primeras células solares que tienen un sustrato de tipo p y segundas células solares que tienen un sustrato de tipo n. La primera y segunda células solares están conectadas en serie por caminos conductores.

45 Lista de citas**Documento de patente**

Documento de Patente 1: JP-A 2008-147260

50 Sumario de la invención**Problemas a resolver por la invención**

Un objetivo de la invención, que se ha realizado en las circunstancias antes mencionadas, es proporcionar un módulo de células solares que mejora la eficacia de conversión del módulo al aumentar la densidad de empaquetado de las células solares en relación con el área del módulo de células solares.

60 Medios para resolver los problemas

Al hacer extensas investigaciones para lograr el objetivo anterior, los inventores han descubierto que cuando una primera célula solar que comprende un sustrato del primer tipo de conductividad que tiene una superficie receptora de luz y una superficie no receptora de luz y electrodos de polaridad opuesta formados en las superficies receptoras de luz y no receptoras de luz, respectivamente, y una segunda célula solar que comprende un sustrato de segundo tipo de conductividad opuesto al primer tipo de conductividad que tiene una superficie receptora de luz y una superficie no receptora de luz y electrodos de polaridad opuesta formados en las superficies receptoras de luz y no

receptoras de luz, respectivamente, están dispuestas alternativamente, se construye un módulo de células solares en el que la primera célula solar que tiene un electrodo de primera polaridad y la segunda célula solar que tiene un electrodo de segunda polaridad opuesta a la primera polaridad se yuxtaponen en un plano común. Esta disposición asegura que la primera y segunda células solares estén conectadas en serie conectando los electrodos en la superficie receptora de luz entre sí y los electrodos en la superficie no receptora de luz entre sí con cables de fijación, y las células están dispuestas muy cerca a una distancia de 3,0 mm o menos, por lo que se puede aumentar la densidad de empaquetado de las células solares en relación con el área del módulo de células solares, lo que conduce a una mejor eficacia de conversión del módulo. La disposición facilita la fijación de los cables de fijación y elimina la tensión debido a los cables de fijación, previniendo la falla del borde celular y aumentando el rendimiento de fabricación, lo que garantiza la fabricación de un módulo de células solares altamente confiable. La invención se basa en estos hallazgos.

Se observa que de los electrodos en las superficies receptoras de luz y no receptoras de luz, los electrodos delgados de aproximadamente 50 a 200 μm de ancho que se forman en la superficie frontal de la célula solar a través de los electrodos de barra colectora para recoger salidas se denominan "electrodos de dedo", y los electrodos relativamente gruesos de aproximadamente 1 a 3 mm de ancho para extraer la salida recogida por los electrodos de dedo se conocen como "electrodos de barra colectora".

Por consiguiente, la invención proporciona un módulo de células solares como se define en la reivindicación independiente 1 y un método para fabricar un módulo de células solares como se define en la reivindicación independiente 7. Otras realizaciones preferidas se detallan en las reivindicaciones adjuntas.

Efectos ventajosos de la invención

La disposición de las células solares y el método de interconexión de acuerdo con la invención permiten aumentar la densidad de empaquetado de las células solares en relación con el área del módulo de células solares, por lo que se mejora la eficacia de conversión del módulo. Adicionalmente, dado que la tensión aplicada desde los cables de fijación al borde de las células solares se puede reducir en comparación con el método de la técnica anterior, se puede fabricar un módulo de células solares altamente confiable con rendimientos de fabricación mejorados.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra una conexión en serie a modo de ejemplo de células solares en un módulo de células solares de la técnica anterior, siendo la figura 1a una vista en sección transversal y siendo la figura 1b una vista en planta del lado de la superficie receptora de luz.

La figura 2 ilustra una conexión en serie a modo de ejemplo de células solares en un módulo de células solares según la invención, siendo la figura 2a a una vista en sección transversal y siendo la figura 2b una vista en planta del lado de la superficie receptora de luz.

La figura 3 es una vista en planta del lado de la superficie receptora de luz, mostrando una interconexión a modo de ejemplo de un módulo global de células solares de la técnica anterior.

La figura 4 es una vista en planta del lado de la superficie receptora de luz, mostrando una interconexión a modo de ejemplo de un módulo global de célula solar según la invención.

Descripción de realización

Ahora, las realizaciones de la invención se describen en detalle con referencia a los dibujos, aunque la invención no se limita a las realizaciones ilustradas. A través de los dibujos para ilustrar realizaciones, los caracteres similares representan partes que tienen la misma función y se omite la iteración de su descripción. Para una mejor comprensión, el dibujo se realiza exagerando con respecto al espacio entre las células solares y el espesor de las mismas. Por conveniencia, se omiten los electrodos de dedo.

La invención está dirigida a un módulo de células solares en el que una(s) primera(s) célula(s) solar(es) comprenden un primer sustrato de tipo conductividad que tiene una superficie receptora de luz y una superficie no receptora de luz y electrodos de polaridad opuesta formados en las superficies receptoras de luz y no receptoras de luz, respectivamente, y una segunda(s) célula(s) solar(es) que comprenden un segundo sustrato de tipo conductividad que tiene una superficie receptora de luz y una superficie no receptora de luz y electrodos de polaridad opuesta formados en las superficies receptoras de luz y no receptoras de luz, respectivamente, se organizan alternativamente. Este módulo de células solares está construido como se muestra en la figura 2 en donde las células solares 1 que tienen un primer sustrato de tipo conductividad y las células solares 2 que tienen un segundo sustrato de tipo conductividad están dispuestas alternativamente, y los electrodos de barra colectora 3 están conectados por cables de fijación 4. En este caso, el tipo de conductividad del sustrato de la primera célula solar es opuesto al tipo de conductividad del sustrato de la segunda célula solar. Por ejemplo, cuando el primero es de tipo n, este último es de tipo p. También, la polaridad del electrodo en la superficie receptora de luz del sustrato de la primera célula solar es idéntica a la polaridad del electrodo en la superficie no receptora de luz del sustrato de la segunda célula solar, mientras que el electrodo en la superficie no receptora de luz del sustrato de la primera célula solar y el electrodo en la superficie receptora de luz del sustrato de la segunda célula solar son de la misma

polaridad. En la realización de la invención, como se muestra en la FIG. 2b, por ejemplo, cuando la primera célula solar está dispuesta con la superficie receptora de luz de su sustrato hacia arriba, la segunda célula solar está dispuesta con la superficie receptora de luz de su sustrato hacia arriba, de modo que el electrodo en la superficie receptora de luz de la primera célula solar y el electrodo en la superficie receptora de luz de la segunda célula solar pueden estar conectados linealmente en un plano común sin una curva.

En esta realización, el tipo de conductividad del sustrato, capa de difusión de impurezas, revestimiento antirreflectante y otros componentes de las células solares usadas en el presente documento pueden estar de acuerdo con ejemplos bien conocidos. Las células solares pueden prepararse por el método bien conocido descrito en el documento JP-A 2001-77386.

El sustrato semiconductor del que se construyen las células solares de acuerdo con la invención puede ser, por ejemplo, un sustrato de silicio monocristalino de tipo p o n, sustrato de silicio policristalino de tipo p o n, sustrato semiconductor compuesto de no silicio o similar. Para el sustrato de silicio monocristalino, se pueden usar sustratos de silicio de tipo p {100} monocristalinos como se cortan en los que el silicio de alta pureza está dopado con un elemento del Grupo III como boro o galio para proporcionar una resistividad de 0,1 a 5 Ω -cm. Los sustratos de silicio de tipo n similares dopados con un elemento del Grupo V como fósforo, antimonio o arsénico también son útiles.

Con respecto a la pureza del sustrato de silicio monocristalino utilizado en este documento, los sustratos con una menor concentración de impurezas metálicas como el hierro, aluminio y titanio se prefieren porque las células solares de mayor eficacia se pueden fabricar utilizando sustratos de mayor vida útil. El sustrato de silicio monocristalino puede prepararse por cualquier método, incluidos los métodos CZ y FZ. En este caso, el silicio de grado metálico que se purifica previamente mediante un proceso bien conocido como el proceso Siemens también se puede usar en el método anterior.

El espesor del sustrato semiconductor es preferiblemente de 100 a 300 μm , y más preferiblemente de 150 a 250 μm , para un equilibrio entre el coste y el rendimiento del sustrato, y la eficacia de conversión. Si la resistividad del sustrato semiconductor es inferior al intervalo definido anteriormente, la distribución de la eficacia de conversión de las células solares puede reducirse, pero el coste del cristal puede ser alto debido a una limitación en la extracción de lingotes. Si la resistividad es mayor que el intervalo, la distribución de la eficacia de conversión de las células solares puede ser más amplia, pero el coste del cristal puede ser bajo.

En la realización de la invención, el primer tipo de conductividad puede ser tipo n o tipo p. El segundo tipo de conductividad puede ser de tipo p cuando se selecciona el tipo n para el primer tipo de conductividad, o el tipo n cuando se selecciona el tipo p para el primer tipo de conductividad.

Adicionalmente, la superficie del sustrato está provista preferiblemente de asperezas microscópicas conocidas como "textura". La textura es un medio eficaz para reducir la reflectancia superficial de las células solares. La textura se puede proporcionar fácilmente sumergiéndola en una solución acuosa alcalina caliente tal como hidróxido de sodio.

En cuanto a la capa de difusión de impurezas, la fuente de impurezas utilizada puede seleccionarse de elementos del Grupo V como el fósforo, arsénico y antimonio y elementos del Grupo III como el boro, aluminio y galio. En un ejemplo, se puede formar una capa de difusión de impurezas mediante el proceso de difusión en fase de vapor utilizando oxocloruro de fósforo para la difusión de fósforo, por ejemplo. En este ejemplo, el tratamiento térmico se lleva a cabo preferiblemente en una atmósfera de oxocloruro de fósforo o similar a una temperatura de 850 a 900 $^{\circ}\text{C}$ durante 20 a 40 minutos. También preferiblemente, la capa de difusión de impurezas tiene un espesor de 0,1 a 3,0 μm , y más preferiblemente de 0,5 a 2,0 μm . Si la capa de difusión de impurezas es demasiado gruesa, puede haber disponibles más sitios donde se recombinan electrones y orificios generados, conduciendo a una disminución de la eficacia de conversión. Si la capa de difusión de impurezas es demasiado delgada, hay menos sitios donde se recombinan electrones y orificios generados, pero la resistencia al flujo transversal de la corriente que fluye a través del sustrato al electrodo colector puede aumentarse, conduciendo a una disminución de la eficacia de conversión. La difusión de boro, por ejemplo, puede realizarse aplicando un agente de recubrimiento que contiene boro disponible comercialmente, por secado y tratamiento térmico a 900 a 1050 $^{\circ}\text{C}$ durante 20 a 60 minutos para formar una capa de difusión.

En las células solares de silicio convencionales, se debe formar una unión p-n únicamente en la superficie receptora de luz. Con este fin, se emplea preferiblemente un medio adecuado para evitar la formación de unión p-n en la superficie posterior, por ejemplo, apilando dos sustratos juntos antes de la difusión, o formando una película de SiO_2 o película de SiNx como una máscara de difusión en la superficie posterior antes de la difusión. Además del método de difusión en fase de vapor, la capa de difusión de impurezas también puede formarse mediante otra técnica, como la serigrafía o el revestimiento por rotación.

La película antirreflectante es preferiblemente una película de SiNx formada usando un sistema CVD de plasma o similar, o una película multicapa que incluye una película de SiO_2 resultante de la oxidación térmica y una película de SiNx formada como anteriormente. Su espesor es preferiblemente de 70 a 100 nm.

En el sustrato semiconductor así obtenido, los electrodos se forman usando la técnica de serigrafía o similar. La forma de los electrodos no está particularmente limitada. El ancho de los electrodos de barra colectora es normalmente de 1 a 3 mm, y el número de electrodos de barra colectora es preferiblemente de 1 a 4, y más preferiblemente de 2 a 3 en cada superficie. Cuando se forman una pluralidad de electrodos en una superficie, los electrodos se forman preferiblemente para extenderse paralelos entre sí.

En la técnica de serigrafía, se serigrafía una pasta conductora obtenida mezclando partículas conductoras como polvo de aluminio o polvo de plata, frita de vidrio, aglutinante orgánico y similares. Después de imprimir, la pasta se cuece a 700 a 800 °C durante 5 a 30 minutos para formar electrodos. Se prefiere la formación de electrodos mediante la técnica de impresión, aunque los electrodos también se pueden preparar mediante técnicas de evaporación y pulverización catódica. Asimismo, los electrodos en las superficies receptoras de luz y no receptoras de luz se pueden hornear a la vez. De esta manera, se forma un electrodo de primera polaridad en la superficie receptora de luz de la primera célula solar que tiene un primer sustrato de tipo conductividad y se forma un electrodo de segunda polaridad opuesta a la primera polaridad en la superficie no receptora de luz de la primera célula solar. De manera similar, se forma un electrodo de segunda polaridad en la superficie receptora de luz de la segunda célula solar que tiene un segundo sustrato de tipo conductividad y se forma un electrodo de primera polaridad en la superficie no receptora de luz de la segunda célula solar. En un ejemplo en el que se selecciona un sustrato semiconductor de tipo n como el primer sustrato de tipo conductividad y se selecciona un sustrato semiconductor de tipo p como el segundo sustrato de tipo conductividad, el electrodo de primera polaridad es un electrodo negativo y el electrodo de segunda polaridad es un electrodo positivo.

En el módulo de células solares de la invención, al menos una primera célula solar y al menos una segunda célula solar, ambas definidas como antes, están conectadas alternativamente en serie y/o en paralelo. Las células solares conectadas de este modo pueden encapsularse con una resina transparente tal como copolímero de etilvinilacetato (EVA), para completar un módulo de células solares. Asimismo, el módulo se puede formar a cualquiera de una estructura protegida que se forma usando un sustrato como en módulos convencionales o una película como en módulos convencionales junto con la resina encapsulante, una estructura súper recta, una estructura de sustrato y una estructura de paquete de vidrio. Adicionalmente, se puede unir un armazón para proporcionar protección alrededor del módulo. Tal módulo de células solares puede fabricarse por cualquier método conocido, por ejemplo, el método del documento JP-A H09-51117.

Una realización preferida del módulo de células solares de la invención se describe en detalle con referencia a los dibujos. La figura 1 ilustra una conexión en serie a modo de ejemplo de células solares en un módulo convencional de células solares, y la figura 2 ilustra una conexión en serie a modo de ejemplo de células solares en un módulo de células solares de acuerdo con la invención. Las figuras 1a y 2a son vistas en sección transversal, y las figuras 1b y 2b son vistas en planta vistas desde el lado de la superficie receptora de luz. Ilustrado en las figuras 1 y 2 hay primeras células solares 1 que tienen un primer sustrato de tipo conductividad, segundas células solares 2 que tienen un segundo sustrato de tipo conductividad, electrodos de barra colectora 3 y cables de fijación 4.

El módulo convencional de células solares de la figura 1 consiste en células solares que tienen un primer sustrato de tipo conductividad. Como tal, el electrodo de barra colectora en el lado de la superficie receptora de luz y el electrodo de barra colectora en el lado de la superficie no receptora de luz están conectados por cables de fijación para lograr la conexión en serie. Un intento de organizar las células solares lo más cerca posible con el fin de aumentar la eficacia de conversión del módulo puede resultar en una falla del borde de la célula debido a la tensión de flexión de los cables de fijación.

Por otro lado, el módulo de células solares de la invención mostrado en la figura 2 está construido de tal manera que las células solares 1 que tienen un primer sustrato de tipo conductividad y las células solares 2 que tienen un segundo sustrato de tipo conductividad están dispuestas alternativamente. Así, las células que tienen electrodos de primera polaridad y las células que tienen electrodos de segunda polaridad se yuxtaponen en un plano común, permitiendo que los electrodos en la superficie receptora de luz o los electrodos en la superficie no receptora de luz se conecten entre sí mediante cables de fijación para lograr la conexión en serie. Como resultado, las células adyacentes pueden estar dispuestas estrechamente a una distancia de 3,0 mm o menos, especialmente 1,0 mm o menos. Si la distancia entre las células es demasiado grande, la densidad de empaquetado de las células solares en relación con el área del módulo de células solares puede reducirse, resultando en una disminución de la eficacia de conversión del módulo. Aunque es deseable una distancia más corta entre las células, se prefiere un espacio de al menos 0,1 mm porque una distancia demasiado cercana permite el contacto entre las células, causando fisura o astillado. En otra realización en donde se une un armazón de recinto, la distancia entre el armazón de recinto y la célula solar en la periferia del módulo (fila más externa) es preferiblemente de 0,1 a 3,0 mm, más preferiblemente de 0,1 a 1,0 mm. Si la distancia entre armazones es demasiado estrecha, el armazón puede superponerse a la célula solar para invitar a una pérdida de sombra, resultando en una disminución de la eficacia de conversión del módulo. Si la distancia entre armazones es demasiado amplia, la densidad de empaquetado de las células solares en relación con el área del módulo de células solares puede reducirse, resultando en una disminución de la eficacia de conversión del módulo. Se observa que los cables de fijación se pueden conectar con soldadura o similar mediante la técnica estándar.

A continuación, la figura 3 ilustra una interconexión a modo de ejemplo de un módulo de célula solar convencional general, y la figura 4 ilustra una interconexión a modo de ejemplo de un módulo de célula solar global según la invención. En el ejemplo ilustrado, las células solares están dispuestas en varias filas de 4 células por 4 células y conectadas en serie. Ilustrado en las figuras 3 y 4 hay primeras células solares 1 que tienen un primer sustrato de tipo conductividad, segundas células solares 2 que tienen un segundo sustrato de tipo conductividad, terminales 5 de los electrodos de primera polaridad, terminales 6 de los electrodos de segunda polaridad, y un armazón de recinto 7. Se aprecia a partir de una comparación entre las figuras 3 y 4 que el módulo de células solares de la invención tiene una mayor densidad de empaquetado de células en relación con el área del módulo que con el módulo de células solares convencional.

En la realización preferida, el módulo de células solares incluye una sección en donde las células solares primera y segunda están conectadas en serie. En la sección de conexión en serie, el número de primeras células solares que tienen un primer sustrato de tipo conductividad es preferiblemente del 50 % al 70 %, más preferiblemente del 50 % al 60 %, y el número de segundas células solares que tienen un segundo sustrato de tipo conductividad es preferiblemente del 30 % al 50 %, más preferiblemente del 40 % al 50 %. Si el número de cualquiera de las células solares primera y segunda es extremadamente alto, entonces el cableado de conexión en serie que se aprovecha de la invención puede ser imposible.

Asimismo, una diferencia en la densidad de corriente de cortocircuito entre la primera y la segunda células solares es preferiblemente de hasta el 20 %, más preferiblemente hasta 10 %. Con demasiada diferencia en la densidad de corriente de cortocircuito, el módulo de células solares tiene una densidad de corriente de cortocircuito que puede limitarse a la densidad de corriente de cortocircuito más baja entre las células conectadas en serie.

Ejemplo

El Ejemplo y el Ejemplo Comparativo se dan a continuación a modo de ilustración, pero la invención no está limitada a los mismos. En los Ejemplos a continuación, se midieron características (densidad de corriente de cortocircuito, tensión abierta, factor de forma y eficacia de conversión) de una célula solar y un módulo de célula solar usando un simulador solar (intensidad de luz 1 kW/m², espectro AM 1,5 global).

Ejemplo 1

En este Ejemplo, un módulo de células solares de la estructura mostrada en la figura 4 fue fabricado de la siguiente manera.

Las células solares se prepararon usando sustrato de silicio monocristalino de tipo n como primer sustrato de tipo conductividad y sustrato de silicio monocristalino de tipo p como segundo sustrato de tipo conductividad. Todas las células así preparadas tenían un tamaño de 100 mm cuadrados.

Las características promedias de las células solares que usan sustrato de tipo n incluían una densidad de corriente de cortocircuito de 35,1 mA/cm², una tensión abierta de 0,619 V, un factor de forma del 78,3 % y una eficacia de conversión del 17,0 %.

Las características promedias de las células solares que usan sustrato de tipo p incluían una densidad de corriente de cortocircuito de 35,1 mA/cm², una tensión abierta de 0,618 V, un factor de forma del 78,5 % y una eficacia de conversión del 17,0 %.

Como las células solares debían conectarse en serie para construir un módulo de células solares, las células solares fueron ajustadas, durante la preparación, para tener una densidad de corriente de cortocircuito equivalente entre otras características.

Usando las células solares de dos tipos en una matriz de 4x4 = 16, se fabricó un módulo de células solares dentro del alcance de la invención. La distancia entre las células solares fue de 0,5 mm, la distancia entre la célula en la periferia del módulo y el armazón era de 1,0 mm, y el armazón tenía un ancho de 5,0 mm. Mientras que los cables de fijación se proyectaron 3,0 mm desde la célula ubicada en la periferia del módulo en la dirección de la barra colectora, estaban conectados a los electrodos de barra colectora de la siguiente fila.

El módulo así fabricado tenía un tamaño de 413,5 mm de largo por 419,5 mm de ancho, incluido el armazón.

El módulo de células solares así fabricado se caracterizó por un flujo de corriente de cortocircuito de 3,50 A, una tensión abierta de 9,88 V, un factor de forma del 77,9 % y una eficacia de conversión del 15,5 %.

En particular, no se observó ninguna falla en el borde de la célula, aunque la distancia entre las células solares fue de 0,5 mm.

Ejemplo Comparativo 1

En el Ejemplo Comparativo, un módulo de células solares de la estructura mostrada en la figura 3 fue fabricado de la siguiente manera.

- 5 Como las células solares, solo aquellas células que usan el primer sustrato de tipo conductividad en el Ejemplo 1 se usaron en una matriz de $4 \times 4 = 16$. Con respecto a la distancia entre las células solares, la distancia para la interconexión por cables de fijación en la dirección de la barra colectora fue de 4,0 mm, y la distancia sin interconexión por cables de fijación fue de 0,5 mm. Los parámetros restantes, incluida la distancia entre la célula en la periferia del módulo y el armazón, el ancho del armazón y la proyección de los cables de fijación desde la célula en la periferia del módulo en la dirección de la barra colectora fueron los mismos que en el Ejemplo 1.
- 10

El módulo así fabricado tenía un tamaño de 413,5 mm de largo por 430 mm de ancho, incluido el armazón.

- 15 El módulo de células solares fabricado en el Ejemplo Comparativo se caracterizó por un flujo de corriente de cortocircuito de 3,51 A, una tensión abierta de 9,90 V, un factor de forma del 77,4 % y una eficacia de conversión del 15,2 %.

Lista de partes

- 1 primera célula solar que usa un primer sustrato de tipo conductividad
- 2 segunda célula solar que usa un segundo sustrato de tipo conductividad
- 3 electrodo de barra colectora
- 4 cable de fijación
- 5 terminal de electrodo de primera polaridad
- 6 terminal de electrodo de segunda polaridad
- 7 armazón de recinto

20

REIVINDICACIONES

1. Un módulo de células solares que comprende primeras células solares (1) que comprenden un primer sustrato de tipo conductividad que es un sustrato de silicio monocristalino de tipo n que tiene un espesor de 100 a 300 μm , que tiene una superficie receptora de luz y una superficie no receptora de luz, y que tiene una capa de difusión de impurezas que forma una unión p-n en la superficie receptora de luz mediante la difusión de elementos del Grupo III en la superficie receptora de luz, y electrodos (3) de polaridad opuesta formados en las superficies receptoras de luz y no receptoras de luz, respectivamente, y segundas células solares (2) que comprenden un segundo sustrato de tipo conductividad que es un sustrato de silicio monocristalino de tipo p que tiene un espesor de 100 a 300 μm , que tiene una superficie receptora de luz y una superficie no receptora de luz, y que tiene una capa de difusión de impurezas que forma una unión p-n en la superficie receptora de luz por la difusión de elementos del Grupo V en la superficie receptora de luz, y electrodos (3) de polaridad opuesta formados en las superficies receptoras de luz y no receptoras de luz, respectivamente,
- 5 en donde las capas de difusión de impurezas del sustrato de silicio monocristalino de tipo n y el sustrato de silicio monocristalino de tipo p tienen un espesor de 0,1 a 3,0 μm , respectivamente, en donde todas las primeras y las segundas células solares tienen la forma cuadrada del mismo tamaño,
- 10 en donde las primeras células solares (1) y las segundas células solares (2) tienen una densidad de corriente de cortocircuito equivalente, y una diferencia en la densidad de corriente de cortocircuito entre las primeras y las segundas células solares es de hasta el 20 %, y
- 15 en donde las primeras células solares (1) y las segundas células solares (2) están dispuestas de manera alternante y están conectadas en serie conectando los electrodos (3) en la superficie receptora de luz de las primeras células solares y las segundas células solares entre sí y los electrodos (3) en la superficie no receptora de luz de las primeras células solares (1) y las segundas células solares (2) entre sí con cables de fijación (4) sin doblarse.
- 25 2. El módulo de células solares de la reivindicación 1, en el que las células solares están dispuestas a una distancia de 0,1 mm a 3,0 mm.
- 30 3. El módulo de células solares de las reivindicaciones 1 o 2 en el que el sustrato de silicio monocristalino de tipo n y el sustrato de silicio monocristalino de tipo p tienen espesores de 150 a 250 μm .
- 35 4. El módulo de células solares de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las capas de difusión de impurezas del sustrato de silicio monocristalino de tipo n y el sustrato de silicio monocristalino de tipo p tienen espesores de 0,5 a 2,0 μm .
- 40 5. El módulo de células solares de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el sustrato de silicio monocristalino de tipo n y el sustrato de silicio monocristalino de tipo p tienen resistividades de 0,1 a 5 $\Omega\cdot\text{cm}$.
6. El módulo de células solares de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la diferencia en la densidad de corriente de cortocircuito entre las primeras y las segundas células solares es de hasta el 10 %.
7. Un método para fabricar un módulo de células solares, que comprende las etapas de:
- 45 preparar una pluralidad de primeras células solares (1) que comprenden un primer sustrato de tipo conductividad que es un sustrato de silicio monocristalino de tipo n que tiene un espesor de 100 a 300 μm , que tiene una superficie receptora de luz y una superficie no receptora de luz, y que tiene una capa de difusión de impurezas que forma una unión p-n en la superficie receptora de luz mediante la difusión de elementos del Grupo III en la superficie receptora de luz, y electrodos (3) de polaridad opuesta formados en las superficies receptoras de luz y no receptoras de luz, respectivamente, y una pluralidad de segundas células solares (2) que comprenden un segundo sustrato de tipo conductividad que es un sustrato de silicio monocristalino de tipo p que tiene un espesor de 100 a 300 μm , que tiene una superficie receptora de luz y una superficie no receptora de luz, y que tiene una capa de difusión de impurezas que forma una unión p-n en la superficie receptora de luz por la difusión de elementos del Grupo V en la superficie receptora de luz, y electrodos (3) de polaridad opuesta formados en las superficies receptoras de luz y no receptoras de luz, respectivamente,
- 50 en donde las capas de difusión de impurezas del sustrato de silicio monocristalino de tipo n y el sustrato de silicio monocristalino de tipo p tienen un espesor de 0,1 a 3,0 μm , respectivamente, en donde todas las primeras y las segundas células solares tienen la forma cuadrada del mismo tamaño, en donde las primeras células solares y las segundas células solares tienen una densidad de corriente de cortocircuito equivalente, y una diferencia en la densidad de corriente de cortocircuito entre las primeras y las segundas células solares es de hasta el 20 %, disponer las primeras células solares (1) y las segundas células solares (2) de manera alternante, y
- 55 conectar entre sí los electrodos (3) de la superficie receptora de luz de las primeras células solares (1) y las segundas células solares y los electrodos (3) de la superficie no receptora de luz de las primeras células solares y las segundas células solares entre sí con cables de fijación (4) sin curvatura, por lo que las primeras y las segundas células solares (1,2) están conectadas en serie.
- 60 8. Un método de la reivindicación 7, en el que las células solares están dispuestas a una distancia de 0,1 mm a 3,0 mm.
- 65

9. Un método de las reivindicaciones 7 u 8, en el que el sustrato de silicio monocristalino de tipo n y el sustrato de silicio monocristalino de tipo p tienen espesores de 150 a 250 μm .
- 5 10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que las capas de difusión de impurezas del sustrato de silicio monocristalino de tipo n y el sustrato de silicio monocristalino de tipo p tienen espesores de 0,5 a 2,0 μm .
- 10 11. Un método de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que el sustrato de silicio monocristalino de tipo n y el sustrato de silicio monocristalino de tipo p tienen una resistividad de 0,1 a 5- Ω cm, respectivamente.
12. Un método de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que la diferencia en la densidad de corriente de cortocircuito entre las primeras y las segundas células solares es de hasta el 10 %.

