



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 193**

51 Int. Cl.:  
**H01L 31/0224** (2006.01)  
**H01L 31/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07014439 .9**  
96 Fecha de presentación : **23.07.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1883117**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.01.2008**

54 Título: **Módulo fotovoltaico y método de fabricación del mismo.**

30 Prioridad: **28.07.2006 JP 2006-205833**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.06.2011**

73 Titular/es: **SANYO ELECTRIC Co., Ltd.**  
**5-5, Keihanhondori 2-chome**  
**Moriguchi-city, Osaka 570-8677, JP**

72 Inventor/es: **Terada, Norihiro;**  
**Ono, Masayoshi y**  
**Okamoto, Shingo**

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

ES 2 360 193 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 fotovoltaico y método de fabricación del mismo

5

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION****CAMPO TÉCNICO**

La presente invención se refiere a un elemento fotovoltaico y a un método de fabricación del mismo.

**DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA**

10

Se conoce un elemento fotovoltaico que tiene una película conductora translúcida, tal como de ITO (óxido de indio y estaño), formada sobre una superficie de una capa de conversión fotoeléctrica, para la recogida de una corriente generada en la capa de conversión, y un electrodo colector formado sobre la película conductora para pasar la corriente hacia el exterior. Como el electrodo colector se forman generalmente un electrodo de dedo configurado para extenderse desde un extremo de una superficie del elemento al otro extremo del mismo y que comprende una pluralidad de dedos separados a intervalos regulares y un electrodo de barra de conexión formado integralmente con el electrodo de dedo para la recogida adicional de la corriente recogida en el electrodo de dedo.

15

20

Un electrodo de lengüeta está generalmente montado en el electrodo colector para transportar la corriente recogida en el electrodo colector hacia el exterior. Por ejemplo, en el caso donde un módulo de célula solar (fotovoltaico) se fabrica mediante una disposición de una pluralidad de elementos fotovoltaicos, un electrodo de lengüeta que comprende una lámina de metal, tal como una lámina de cobre, está generalmente soldado en un extremo a un electrodo colector de un elemento fotovoltaico y en su otro extremo a un electrodo trasero del otro elemento fotovoltaico vecino, de modo que la pluralidad de elementos fotovoltaicos están conectados en serie.

25

La Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Nº 2004-228333 describe una estructura de elementos fotovoltaicos en la que un electrodo de lengüeta está montado en un electrodo colector. La Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Nº 2004-228333 también describe la provisión de una película de recubrimiento sobre una superficie de recepción de luz del elemento fotovoltaico para la protección de su superficie.

30

Sin embargo, cuando se utiliza una soldadura de alto punto de fusión para montar un electrodo de lengüeta en un electrodo colector, un elemento fotovoltaico debe calentarse a una temperatura alta. Esto produce una tensión mecánica en el elemento fotovoltaico para dar lugar a la aparición de deformación o fractura del elemento, lo que ha sido un problema. Con el fin de evitar la aparición de deformación o fractura, puede utilizarse una soldadura de bajo punto de fusión. Sin embargo, en general, disminuye la resistencia de montaje entre los electrodos de lengüeta y colector para reducir de manera problemática la fiabilidad o el rendimiento. Además, ha habido una posibilidad de entrada de agua en una región entre los electrodos de lengüeta y colector, independientemente del punto de fusión de la soldadura utilizada. Si realmente ocurre, la resistencia de montaje entre los electrodos de lengüeta y colector baja para reducir la fiabilidad.

35

La Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Nº Hei 8-174264 describe un ejemplo de pasta de soldadura que se puede emplear en la presente invención como pasta de soldadura conductora termoendurecible. El documento US 5.759.291 describe una célula fotovoltaica con electrodos.

**SUMARIO DE LA INVENCION**

40

Es un objeto de la presente invención proporcionar un módulo fotovoltaico, formado con elementos, que permita el uso de una soldadura de bajo punto de fusión y pueda suprimir la reducción de fiabilidad o el rendimiento debido a la tensión mecánica o la entrada de agua, así como proporcionar un método de fabricación del elemento.

45

El elemento fotovoltaico de la presente invención tiene una capa de conversión fotoeléctrica y un electrodo colector previsto en al menos una superficie de la capa de conversión fotoeléctrica. Característicamente, se proporciona una capa de cobertura del electrodo colector que cubre una superficie del electrodo colector, se proporciona un electrodo de lengüeta para la conexión eléctrica a un electrodo externo en una superficie superior del electrodo colector a través de la capa de cobertura del electrodo colector, una porción de la capa de cobertura del electrodo colector que se encuentra entre los electrodos de lengüeta y colector comprende una capa de soldadura, y otra porción de la capa de cobertura del electrodo colector que cubre una superficie lateral del electrodo colector comprende una capa de resina termoendurecible.

50

55

En la presente invención, en la capa de cobertura del electrodo colector que cubre una superficie del electrodo colector, su porción que se encuentra entre los electrodos de lengüeta y colector comprende una capa de soldadura y su otra porción que cubre una superficie lateral del electrodo colector comprende una capa de resina termoendurecible. En consecuencia, la capa de soldadura se forma integralmente con la capa de resina termoendurecible, de modo que la resistencia de montaje entre los electrodos de lengüeta y colector se puede reforzar mediante la capa de resina termoendurecible. Esto permite, en consecuencia, una soldadura, en caso de un punto de fusión bajo, para montar el electrodo de lengüeta en el electrodo colector sin reducción de la resistencia de montaje. Por lo tanto, se puede suprimir una reducción de la producción del elemento fotovoltaico debido a tensión mecánica u otros.

60

En la presente invención, el electrodo colector está previsto en al menos una superficie de la capa de conversión fotoeléctrica, preferentemente en cada superficie de la misma.

Además, una interfaz entre el electrodo colector y la capa subyacente puede estar cubierta en su periferia con la capa de resina termoendurecible. Esto evita la entrada de agua o similares y, en consecuencia, suprime el deterioro

de las características de salida del elemento fotovoltaico debido a la entrada de agua o similares.

También existe una construcción del elemento fotovoltaico en la que se proporciona una película conductora translúcida en un lado de recepción de luz de la capa de conversión fotoeléctrica. Por lo tanto, también en la presente invención, una película conductora translúcida se puede proporcionar en la capa de conversión fotoeléctrica. En este caso, el electrodo colector se proporciona en la película conductora translúcida.

Una película de recubrimiento se puede proporcionar en la capa de conversión fotoeléctrica o en la película conductora translúcida. En el caso de que se proporcione dicha película de recubrimiento, la capa de resina termoendurecible se coloca preferiblemente entre el electrodo colector y un extremo de la película de recubrimiento. En consecuencia, el extremo de la película de recubrimiento está preferentemente separado aproximadamente 0,5-3 mm (preferiblemente 1-2 mm aproximadamente) de la parte lateral del electrodo colector. La película de recubrimiento puede contactar parcialmente con el electrodo colector. Esta película de recubrimiento también funciona como película protectora que protege una superficie del elemento fotovoltaico. La película de recubrimiento se puede mostrar mediante una película de recubrimiento de resina compuesta de una resina.

En la presente invención, el electrodo de lengüeta preferentemente tiene una anchura suficiente para cubrir la capa de resina termoendurecible colocada hacia el exterior de la superficie lateral del electrodo colector. Esta cobertura de la capa de resina termoendurecible con el electrodo de lengüeta protege la capa de resina termoendurecible del deterioro y la decoloración mediante irradiación ultravioleta. Preferiblemente, el electrodo de lengüeta está configurado para cubrir la capa de resina termoendurecible al menos en una superficie receptora de luz de la capa de conversión fotoeléctrica, que se coloca en un lado primario de recepción de luz, entre ambas superficies de la misma. En este caso, se proporciona preferiblemente la película de recubrimiento.

En la presente invención, el electrodo colector puede comprender un electrodo de barra de conexión. Es decir, en el caso de que un electrodo de dedo y un electrodo de barra de conexión se proporcionen como el electrodo colector, la capa de cobertura del electrodo colector puede proporcionarse sobre el electrodo de barra de conexión.

Tal como se ha descrito anteriormente, se puede utilizar una soldadura de bajo punto de fusión en la presente invención. En consecuencia, una capa de soldadura en la presente invención puede ser una capa de soldadura de bajo punto de fusión tal como de una aleación de Sn-Bi.

El método de fabricación de la presente invención se puede utilizar para fabricar el elemento fotovoltaico de la presente invención. Característicamente, el procedimiento comprende las etapas de aplicar una pasta de soldadura conductora termoendurecible sobre un electrodo colector para formar una capa de pasta de soldadura; proporcionar un electrodo de lengüeta sobre la capa de pasta de soldadura; y calentar la capa de pasta de soldadura, mientras el electrodo de lengüeta se proporciona sobre la misma, de manera que un componente de soldadura contenido en la capa de pasta de soldadura se derrite y se funde entre el electrodo de lengüeta y el electrodo colector para formar la capa de soldadura y una resina termoendurecible contenida en la capa de pasta de soldadura se funde en una región en la superficie lateral del electrodo colector para formar la capa de resina termoendurecible, con lo que la capa de soldadura y la capa de resina termoendurecible constituye la capa de cobertura del electrodo colector sobre la superficie del electrodo colector.

En el método de fabricación de la presente invención, la pasta de soldadura conductora termoendurecible se aplica sobre el electrodo colector para formar la capa de pasta de soldadura. La pasta de soldadura conductora termoendurecible puede contener un componente de soldadura, resina termoendurecible, flujo, endurecedor, disolvente y otros. Un ejemplo de este tipo de pasta se describe en la Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Nº Hei 8-174264, que contiene una soldadura en polvo, una resina termoendurecible que tiene una función para retirar una película de óxido (es decir, que tiene también una característica de flujo), un endurecedor, un disolvente y otros. Preferiblemente, las soldaduras que tienen puntos de fusión que no superan los 220°C, más preferiblemente aquellos que tienen puntos de fusión que no superan los 200°C, por ejemplo, una aleación de SnBi, se utilizan como componente de soldadura, tal como se ha descrito anteriormente. Ejemplos de otros componentes de la soldadura incluyen SnAgCu, SnAgCuB, SnAgCuIn, SnAgCuSb, SnAgCuBiIn, SnAgBiIn, SnZnBi y SnBiAg. Estos pueden utilizarse convenientemente sin ninguna limitación particular. La resina termoendurecible se puede ilustrar mediante resinas epoxi. Resinas termoestables carboxiladas tales como resinas epoxi carboxiladas se pueden utilizar adecuadamente.

En la presente invención, después de que se haya formado la capa de pasta de soldadura en el electrodo colector de la manera tal como se ha descrito anteriormente, el electrodo de lengüeta se proporciona en la capa de pasta de soldadura. Con el electrodo de lengüeta colocado sobre la misma, la capa de pasta de soldadura se calienta posteriormente, de manera que el componente de soldadura contenido en la capa de pasta de soldadura se derrite y se funde entre el electrodo de lengüeta y el electrodo colector para formar la capa de soldadura. Al mismo tiempo, la resina termoendurecible contenida en la capa de pasta de soldadura forma la capa de resina termoendurecible en la región de la superficie lateral del electrodo colector. Así, el calentamiento resulta en la formación simultánea de la capa de soldadura y la capa de resina termoendurecible, respectivamente, sobre la región de la superficie superior y la región de la superficie lateral del electrodo colector. La capa de soldadura así formada y la capa de resina termoendurecible constituyen la capa de cobertura del electrodo colector en la presente invención.

De acuerdo con el método de fabricación de la presente invención, la formación de la capa de pasta de soldadura en el electrodo colector usando la pasta de soldadura conductora termoendurecible conduce a la provisión de la capa de cobertura del electrodo colector como resultado de la formación integral de la capa de soldadura y la capa de resina termoendurecible que se superponen en la región de la superficie superior y la región de la superficie lateral del electrodo colector, respectivamente. Debido a que la capa de soldadura está formada integralmente con la capa de resina termoendurecible, tal como se ha descrito anteriormente, se mantendrá firmemente sobre el electrodo colector. Por lo tanto, la capa de soldadura, incluso si se ha formado utilizando un componente de soldadura de bajo punto de fusión, puede estar firmemente conectada al electrodo colector con la ayuda de la capa de resina

termoendurecible.

5 También en la presente invención, la película conductora translúcida y el electrodo colector pueden formarse de manera secuencial sobre la capa de conversión fotoeléctrica. Como la película conductora translúcida se puede formar una película delgada de un óxido de metal translúcido, tal como un ITO (óxido de estaño e indio) o IZO (óxido de indio y cinc).

10 Además, la presente invención también puede incluir una etapa de formar una película de recubrimiento sobre la película conductora translúcida. Cuando la capa de pasta de soldadura se calienta para formar la capa de resina termoendurecible, esta película de recubrimiento detiene la humedad y la extensión de la resina termoendurecible. En consecuencia, la provisión de la película de recubrimiento fuerza que la capa de resina termoendurecible se coloque entre el electrodo colector y el extremo de la película de recubrimiento. Esto es concebible porque la resina termoendurecible en la capa de pasta de soldadura tiene una afinidad con la película conductora translúcida, pero no tiene afinidad con la película de recubrimiento. Así, la película de recubrimiento preferentemente tiene una naturaleza de repeler la resina termoendurecible en la capa de pasta de soldadura. Debido a la provisión de la película de recubrimiento que tiene tal naturaleza permite que la resina termoendurecible en la capa de pasta de soldadura forme la capa de resina termoendurecible selectivamente en una sección predeterminada, la resina termoendurecible se puede utilizar de manera eficiente como adhesivo.

20 La película de recubrimiento formada en la presente invención se puede ilustrar mediante una película de recubrimiento de resina que contiene una resina acrílica, tal como un componente de resina. Aquellos que contienen al menos uno seleccionado entre óxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de magnesio, óxido de titanio y óxido de cinc, como aditivo, se utilizan preferiblemente.

De acuerdo con la presente invención, se puede fabricar un elemento fotovoltaico, que permite el uso de una soldadura de bajo punto de fusión y suprime la reducción de la producción debido a la tensión mecánica, la entrada de agua o similares.

## 25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista en planta que muestra una realización de un elemento fotovoltaico de acuerdo con la presente invención;

La figura 2 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 30-30 de la figura 1;

30 La figura 3 es una vista en planta que muestra un elemento fotovoltaico en su condición posterior a la formación de una capa de recubrimiento de resina;

La figura 4 es una vista esquemática que muestra una pluralidad de elementos fotovoltaicos conectados en serie mediante electrodos de lengüeta;

La figura 5 es una vista en sección que muestra una construcción de un módulo fotovoltaico que incluye elementos fotovoltaicos de acuerdo con una realización de la presente invención; y

35 La figura 6 es una vista esquemática en sección que muestra una interfaz entre una capa de resina termoendurecible y una capa de recubrimiento de resina y sus alrededores de manera ampliada.

## DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

La figura 1 es una vista en planta que ilustra una realización de un elemento fotovoltaico de acuerdo con la presente invención y la figura 2 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 30-30 de la figura 1.

40 Tal como se muestra en la figura 2, una realización de un elemento fotovoltaico 11 de acuerdo con la presente invención incluye un sustrato de silicio 1, monocristalino, de tipo n, que tiene un espesor de aproximadamente 140  $\mu\text{m}$  - aproximadamente 300  $\mu\text{m}$ , una capa 2 de silicio amorfo, de tipo i sustancialmente intrínseco, formada en una superficie superior (superficie que recibe la luz) del sustrato de silicio 1 y que tiene un espesor de aproximadamente 5 nm - aproximadamente 20 nm, y una capa 3 de silicio amorfo, de tipo p, formada en la capa 2 de silicio amorfo, de tipo i, y que tiene un espesor de aproximadamente 5 nm - aproximadamente 20 nm. Formada sobre la capa 3 de silicio amorfo, de tipo p, hay una película 4 conductora, translúcida, de ITO, que tiene un espesor de aproximadamente 30 nm - aproximadamente 150 nm.

50 Un electrodo colector 5 se forma en una región predeterminada de la película 4 conductora, translúcida, mediante termoendurecimiento de una de pasta de plata (Ag). Tal como se muestra en la figura 1, este electrodo colector 5 comprende una pluralidad de electrodos de dedo 5a separados en intervalos regulares en la dirección X y un electrodo de barra de conexión 5b configurado para extenderse en la dirección X. Esos electrodos de dedo 5a se extienden en la dirección Y en paralelo entre sí. El electrodo de barra de conexión 5b también recoge la corriente recogida por los electrodos de dedo 5a.

55 El electrodo de dedo 5a y el electrodo de barra de conexión 5b tienen un espesor de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  - aproximadamente 100  $\mu\text{m}$ . Además, el electrodo de barra de conexión 5b tiene una anchura de aproximadamente 1 nm - aproximadamente 3 nm (2 nm, por ejemplo). El lado de la superficie (lado A en la figura 2) en el que está formado el electrodo colector 5 es un lado donde incide la luz del elemento fotovoltaico 11.

60 Tal como también se muestra en la figura 2, una capa 6 de silicio amorfo, de tipo i, sustancialmente intrínseco, que tiene un espesor de aproximadamente 5 nm - aproximadamente 20 nm y una capa 7 de silicio amorfo, de tipo n, que tiene un espesor de aproximadamente 5 nm - aproximadamente 20 nm, se forman secuencialmente en una superficie inferior del sustrato 1 de silicio monocristalino, de tipo n. Una película 8 conductora, translúcida, compuesta de una película de ITO que tiene un espesor de aproximadamente 30 nm - aproximadamente 150 nm está formada en la capa 7 de silicio amorfo, de tipo n. Similar al electrodo colector superior 5, un electrodo colector trasero 9 está formado en la película 8 conductora, translúcida. El electrodo colector trasero 9 también comprende electrodos de dedo y un electrodo de barra de conexión, similar al electrodo colector superior 5.

Ambas superficies superior e inferior del sustrato 1 de silicio monocristalino, de tipo n, tienen una estructura de textura (perfil irregular). En consecuencia, el perfil similar de superficie irregular se produce en las capas 2 y 6 de silicio amorfo, de tipo i, la capa 3 de silicio amorfo, de tipo p, la capa 7 de silicio amorfo, de tipo n y las películas 4 y 8 conductoras translúcidas, respectivamente formadas en las superficies superior e inferior.

- 5 En esta realización, la capa de conversión fotoeléctrica consiste en el sustrato 1 de silicio monocristalino, de tipo n, las capas 2 y 6 de silicio amorfo, de tipo i, la capa 3 de silicio amorfo, de tipo p y la capa 7 de silicio amorfo, de tipo n.

Las capas 2 y 6 de silicio amorfo, de tipo i, la capa 3 de silicio amorfo, de tipo p y la capa 7 de silicio amorfo, de tipo n, se forman mediante un proceso CVD de plasma RF.

- 10 Las películas 4 y 8 conductoras, translúcidas, se forman mediante un proceso de dispersión magnetrónica.

Los electrodos colectores 5 y 9 están formados mediante un proceso de serigrafía utilizando una pasta de Ag.

Tal como se muestra en la figura 2, una película 10 de recubrimiento de resina se forma sobre la película 4 conductora, translúcida del lado donde incide la luz. La película 10 de recubrimiento de resina está formada a partir de una resina acrílica que contiene óxido de silicio como aditivo.

- 15 La figura 3 es una vista en planta que muestra el elemento fotovoltaico en una condición posterior a la formación de la película 10 de recubrimiento de resina. Tal como se muestra en las figuras 2 y 3, la película 10 de recubrimiento de resina no está en contacto con una superficie lateral de cada lado del electrodo de barra de conexión 5b y separada una distancia  $L_1$  (aproximadamente 1 nm - aproximadamente 2 nm) desde la superficie lateral del electrodo de barra de conexión 5. Esto deja una región 24 sobre una superficie de la película 4 conductora, translúcida, fuera de la superficie lateral del electrodo de barra de conexión 5, donde la película 10 de recubrimiento de resina no está depositada. En consecuencia, una anchura de la región 24 es igual a la distancia  $L_1$ . Tal como se muestra en la figura 3, la capa de recubrimiento de resina 10 se deposita de manera que cubre las regiones sobre los electrodos de dedo 5a.

- 20 La película 10 de recubrimiento de resina tiene una función para evitar que la humedad y la extensión de una capa de resina termoendurecible 23a que se forma cuando una capa de pasta de soldadura, depositada a través de la aplicación de la pasta de soldadura termoendurecible conductora descrita posteriormente, se termoendurece. Otra de las funciones de la misma es proteger una superficie de la película 4 conductora, translúcida de los daños. Otra función de la misma es detener el agua o similares para que no entren en contacto con una superficie de la película 4 conductora, translúcida.

- 25 La película 10 de recubrimiento de resina se forma mediante la aplicación de una resina acrílica que contiene óxido de silicio como un aditivo, tal como mediante un proceso de impresión offset rotativo o un proceso de pulverización usando una máscara, y a continuación calentando la resina aplicada a aproximadamente 150°C durante 150 segundos para que se endurezca.

- 30 Tal como se muestra en la figura 2, un electrodo colector que cubre la capa 23 se forma sobre una superficie del electrodo de barra de conexión 5b. Esta capa de cubierta del electrodo colector 23 está constituida por una capa de soldadura 23b formada sobre una superficie superior del electrodo de barra de conexión 5b y una capa de resina termoendurecible 23a, formada sobre una región en una superficie lateral del electrodo de barra de conexión 5b. Un extremo del electrodo de lengüeta 12 se coloca, a través capa de cubierta del electrodo colector 23, en la superficie superior del electrodo de barra de conexión 5b. El extremo del electrodo de lengüeta 12 está conectado eléctricamente al electrodo de barra de conexión 5b a través de la capa de soldadura 23b. El otro extremo del electrodo de lengüeta 12 está conectado a un electrodo trasero del elemento fotovoltaico vecino 11, tal como se muestra en la figura 4, mediante el cual una pluralidad de elementos fotovoltaicos 11 están conectados en serie.

- 35 El electrodo de lengüeta 12 tiene una porción de anchura que se extiende hacia el exterior desde cada superficie lateral del electrodo de barra de conexión 5b una distancia de  $L_2$ . Preferiblemente, esta distancia  $L_2$  se hace aproximadamente comparable o mayor que la distancia  $L_1$ , de manera que el electrodo de lengüeta pueda cubrir la capa de resina termoendurecible 23a. Tal como se muestra en la figura 6, en el caso donde la capa de resina termoendurecible 23a se extiende más allá de la distancia  $L_1$ , que es la anchura de la región 24, para tener una anchura de una distancia  $L_3$ , la distancia  $L_2$ , que es una anchura de una porción de proyección del electrodo de lengüeta 12, se hace preferiblemente aproximadamente comparable o más larga que la distancia  $L_3$ . El dimensionado del extremo del electrodo de lengüeta 12 para tener una anchura suficiente para cubrir la capa de resina termoendurecible 23a evita el deterioro y la decoloración de la capa de resina termoendurecible 23a por una luz ultravioleta o similares. En vista de la precisión y otros de un proceso de fabricación, la distancia  $L_2$  se fija preferiblemente mayor que la distancia  $L_3$ .

- 40 En la figura 6, la capa de resina termoendurecible se muestra que se extiende sobre el extremo de la película 10 de recubrimiento de resina. Este caso se considera que ocurre cuando la resina termoendurecible es grande en cantidad, por ejemplo. Sin embargo, dentro de la variación de la cantidad en la fabricación, la provisión de la película de recubrimiento que tiene una naturaleza de repeler la resina termoendurecible minimiza esta extensión y permite que se detenga en el extremo de la película de recubrimiento.

- 45 La configuración descrita en la presente invención como "la resina termoendurecible que se coloca entre el electrodo colector y el extremo de la película de recubrimiento" abarca el caso que se muestra en la figura 6.

- 50 En el lado posterior del elemento fotovoltaico 11, el otro extremo del electrodo de lengüeta 12 está conectado, a través de una capa de soldadura 25b, a un electrodo de barra de conexión 9b del lado trasero, tal como se muestra

en la figura 2. También en el lado trasero, una capa de cubierta del electrodo colector 25 está constituida por la capa de soldadura 25b formada en una región en el electrodo de barra de conexión 9b y una capa de resina termoendurecible 25a formada en una región en una superficie lateral del electrodo de barra de conexión 9b.

5 Debido a la presencia de la película 10 de recubrimiento de resina, la capa de resina termoendurecible 23a de la parte superior se encuentra restringida a la humedad y a la extensión y, en consecuencia, confinada entre el electrodo de barra de conexión 5b y el extremo de la película 10 de recubrimiento de resina, tal como se muestra en la figura 2. Por otro lado, la capa de resina termoendurecible 25a del lado trasero se quema debido a la ausencia de la película 10 de recubrimiento de resina.

10 El electrodo de barra de conexión 9b está conectado eléctricamente, a través de la capa de soldadura 25b, al otro extremo del electrodo de lengüeta 12.

Las capas de soldadura 23b y 25b tienen caras laterales respectivas formadas integralmente con las capas de resina termoendurecible 23a y 25a. En consecuencia, están unidas a los electrodos de barra de conexión 5b y 9b, respectivamente, con alta resistencia de unión. Esto permite el uso de un componente de soldadura de bajo punto de fusión, tal como una soldadura Sn-Bi, para la formación de las capas de soldadura 23b y 25b.

15 Además, la capa de resina termoendurecible 23a puede aumentar la resistencia de la unión entre el electrodo de lengüeta 12 y el electrodo de barra de conexión 5b.

20 Además, la capa de resina termoendurecible 23a puede evitar la entrada de agua en una interfaz entre la película 4 conductora, translúcida y el electrodo de barra de conexión 5b, porque cubre toda la superficie lateral del electrodo de barra de conexión 5b. Asimismo, la capa de resina termoendurecible 25a puede evitar la entrada de agua en una interfaz entre la película 8 conductora, translúcida y el electrodo de barra de conexión 9b, porque cubre toda la superficie lateral del electrodo de barra de conexión 9b. En consecuencia, estos elementos fotovoltaicos, cuando se instalan en el exterior en forma de un elemento fotovoltaico, pueden evitar una reducción en la fiabilidad y en el rendimiento del módulo, debido a la entrada de agua y a la tensión mecánica que se produce cuando la temperatura se eleva y cae.

25 La capa de cubierta del electrodo colector 23 que consiste en la capa de soldadura 23b y la capa de resina termoendurecible 23a, así como la capa de cubierta del electrodo colector 25 que consiste en la capa de soldadura 25b y la capa de resina termoendurecible 25a, se puede formar de la manera como se describe a continuación.

30 Es decir, una pasta de soldadura conductora termoendurecible (producto de Tamura Kaken Corp., nombre del producto "TCAP-5401-11") se aplica a los electrodos de barra de conexión 5b o 9b mediante un dispensador, un proceso de serigrafía o impresión offset. La pasta de soldadura conductora termoendurecible contiene partículas de soldadura Sn-Bi, una resina termoendurecible (resina epoxi), un endurecedor, un fundente y otros. Las partículas de soldadura están contenidas en la cantidad de aproximadamente el 78% en peso y la resina epoxi está contenida en la cantidad de aproximadamente el 18% en peso.

35 Mediante la aplicación de la pasta de soldadura conductora termoendurecible en los electrodos de barra de conexión 5b o 9b, tal como se ha descrito anteriormente, se forma una capa de pasta de soldadura. Posteriormente, un electrodo de lengüeta que comprende una lámina de cobre se coloca sobre la capa de pasta de soldadura. Con esta disposición, se calientan a 160°C durante 360 segundos. Como un punto de fusión de la soldadura Sn-Bi, en la capa de pasta de soldadura, es de 139°C, este calentamiento hace que la soldadura Sn-Bi se funda. El componente de soldadura fundido se une en una región entre el electrodo de lengüeta de lámina de cobre 12 y el electrodo de barra de conexión 5b o 9b hecho de una pasta de Ag para formar la capa de soldadura 23b o 25b. Al mismo tiempo, la resina termoendurecible contenida en la capa de pasta de soldadura 10 fluye sobre una región en una superficie lateral del electrodo de barra de conexión 5b o 9b para formar la capa de resina termoendurecible 23a o 25a. En la capa de soldadura 23b o 25b, la soldadura Sn-Bi se alea con el electrodo de barra de conexión 5b o 9b, así como con el electrodo de lengüeta de lámina de cobre 12 mediante la acción del flujo de contenido en la capa de pasta de soldadura para crear una conexión eléctrica entre los mismos.

45 En el proceso antes descrito, los elementos fotovoltaicos 11 se pueden conectar en serie mediante los electrodos de lengüeta 12, tal como se muestra en la figura 4.

50 En el proceso antes descrito, el calentamiento se puede realizar a un grado tal que la capa de pasta de soldadura se endurece provisionalmente a una resistencia suficiente para soportar el transporte a la siguiente etapa de sellado. Después del endurecimiento provisional, que puede endurecerse finalmente en el proceso de sellado (curado por laminado). Por ejemplo, la capa de pasta de soldadura puede endurecerse provisionalmente mediante calentamiento a 160°C-200°C durante un periodo aproximado de unos segundos - 30 segundos -, finalmente endurecerse en el proceso de sellado (curado por laminado) mediante calentamiento a 140°C-160°C durante un periodo aproximado de 15 minutos-40 minutos. En este caso, como el endurecimiento final se puede efectuar por calentamiento en el proceso de sellado (curado por laminado), el tiempo requerido para el endurecimiento provisional puede acortarse. En consecuencia, el tiempo total del proceso se puede acortar.

60 La figura 5 es una vista en sección que muestra una construcción de un módulo fotovoltaico que incluye una pluralidad de elementos fotovoltaicos 11, conectados en serie mediante los electrodos de lengüeta 12. Tal como se muestra en la figura 5, en el módulo fotovoltaico, los electrodos de lengüeta 12 conectan la pluralidad de elementos fotovoltaicos 11 entre sí. Estos elementos fotovoltaicos 11 conectados entre sí mediante los electrodos de lengüeta 12 se sellan mediante una carga 13 compuesta de una resina EVA (acetato de etileno vinilo). Además, un elemento de protección de la superficie 14 que comprende un vidrio transparente se proporciona en una superficie superior (en el lado donde incide la luz) de la carga 13. Además, una película de PET (polietileno tereftalato) 15, una lámina de aluminio 16 y una película de PET 17 se colocan secuencialmente sobre una superficie inferior de la carga 13 que sella la pluralidad de elementos fotovoltaicos 11.

65

- 5 En la realización del elemento fotovoltaico de acuerdo con la presente invención, la capa de resina termoendurecible está formada integralmente con la capa de soldadura para cubrir el electrodo de barra de conexión que actúa como electrodo colector, tal como se ha descrito anteriormente. En consecuencia, en el caso de que un módulo fotovoltaico que incorpora estos elementos fotovoltaicos esté instalado al aire libre, incluso si algún elemento fotovoltaico se somete a un estrés mecánico debido a la subida y a la caída de la temperatura, su construcción en las proximidades del electrodo colector puede prevenir su destrucción. Esto suprime la reducción de la fiabilidad y del rendimiento del módulo. Además, se pueden prevenir la entrada de agua en las proximidades del electrodo colector. En consecuencia, la disminución de la producción del módulo debido a lo mismo también se puede suprimir.
- 10 En la realización anterior, el sustrato de silicio monocristalino de tipo n se utiliza como sustrato para el elemento fotovoltaico. Sin embargo, un sustrato de silicio monocristalino de tipo p se pueden utilizar alternativamente. En este caso, una capa de silicio amorfo de tipo i y una capa de silicio amorfo de tipo n se forman en el lado superior, mientras que una capa de silicio amorfo de tipo i y una capa de silicio amorfo de tipo p se forman en el lado trasero.
- 15 Además, un sustrato cristalino semiconductor de tipo p o de tipo n puede doparse en su superficie con un dopante tipo n o de tipo p para formar una unión pn, que da como resultado la provisión de la capa de conversión fotoeléctrica. La presente invención también se puede aplicar a otros tipos de elementos fotovoltaicos.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Módulo de célula solar que incluye una pluralidad de elementos fotovoltaicos (11) conectados entre sí mediante un electrodo de lengüeta (12), teniendo cada uno de dichos elementos fotovoltaicos (11) una capa de conversión fotoeléctrica y un electrodo colector (5) provisto en al menos una superficie de la capa de conversión fotoeléctrica, en el que en dicho elemento fotovoltaico (11) se proporciona una capa de cubierta del electrodo colector (23) para cubrir una superficie del electrodo colector (5) provista en dicha al menos una superficie de la capa de conversión fotoeléctrica; se proporciona un electrodo de lengüeta (12) para la conexión eléctrica a un electrodo exterior, a través de dicha capa de cubierta del electrodo colector (23), sobre una superficie superior del electrodo colector (5), **caracterizado por que** una porción de la capa de cubierta del electrodo colector (23), que se encuentra entre dicho electrodo de lengüeta (12) y el electrodo colector (5), comprende una capa de soldadura (23b); y otra porción de la capa de cubierta del electrodo colector (23) que cubre una superficie lateral del electrodo colector (5) comprende una capa de resina termoendurecible (23a).
- 10 2. Módulo de célula solar de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** se proporciona una película de recubrimiento (10) sobre dicha capa de conversión fotoeléctrica, y dicha capa de resina termoendurecible (23a) se encuentra entre el electrodo colector (5) y un extremo de dicha película de recubrimiento (10).
- 15 3. Módulo de célula solar de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** se proporciona una película conductora translúcida (4) sobre la capa de conversión fotoeléctrica, y la película de recubrimiento (10) y el electrodo colector (5) se proporcionan sobre dicha película conductora translúcida (4).
- 20 4. El módulo de célula solar de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado por que** la película de recubrimiento (10) es una película de recubrimiento de resina.
5. Módulo de célula solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el electrodo de lengüeta (12) tiene una anchura suficiente para cubrir la capa de resina termoendurecible (23a) colocada hacia el exterior de dicha cara lateral del electrodo colector (5).
- 25 6. Módulo de célula solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el electrodo colector (5) es un electrodo de barra de conexión (5b).
7. Módulo de célula solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la capa de soldadura (23b) está formada por una aleación SnBi.
- 30 8. Un método para la fabricación del módulo de célula solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** comprende las etapas de: aplicar una pasta soldadura conductora termoendurecible sobre el electrodo colector (5) para formar una capa de pasta de soldadura; proporcionar el electrodo de lengüeta (12) sobre dicha capa de pasta de soldadura; y calentar la capa de pasta de soldadura mientras el electrodo de lengüeta (12) está colocado sobre la misma, de manera que un componente de soldadura contenido en la capa de pasta de soldadura se funde para formar la capa de soldadura (23b) entre el electrodo de lengüeta (12) y el electrodo colector (5), y una resina termoendurecible contenida en la capa de pasta de soldadura forma la capa de resina termoendurecible (23a) en una región en la superficie lateral del electrodo colector (5), con lo que la capa de soldadura (23b) y la capa de resina termoendurecible (23a) constituyen la capa de cubierta del electrodo colector (23) en la superficie del electrodo colector (5).
- 35 9. El método de fabricación del módulo de célula solar de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** también comprende la etapa de formar la película de recubrimiento (10) sobre la capa de conversión fotoeléctrica, con lo que, cuando la capa de pasta de soldadura se calienta para formar la capa de resina termoendurecible (23a), la película de recubrimiento (10) restringe la resina termoendurecible de la humedad y la extensión, de manera que la capa de resina termoendurecible (23a) se coloca entre el electrodo colector (5) y el extremo de la película de recubrimiento (10).
- 40 10. El método de fabricación del módulo de célula solar de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** también comprende la etapa de formar la película conductora translúcida (4) sobre la capa de conversión fotoeléctrica, y por que la etapa de formar la película de recubrimiento (10) es la etapa de formación de la película de recubrimiento (10) sobre la película conductora translúcida (4).

FIG. 1

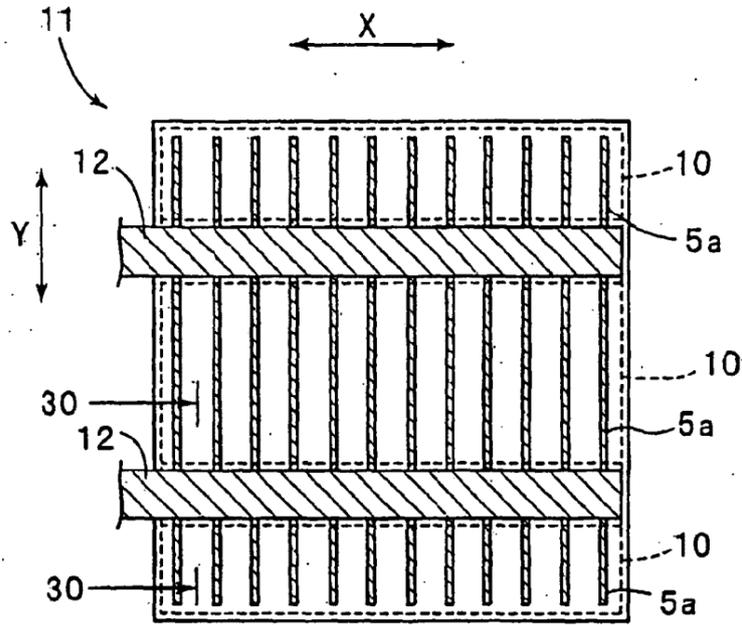


FIG. 2

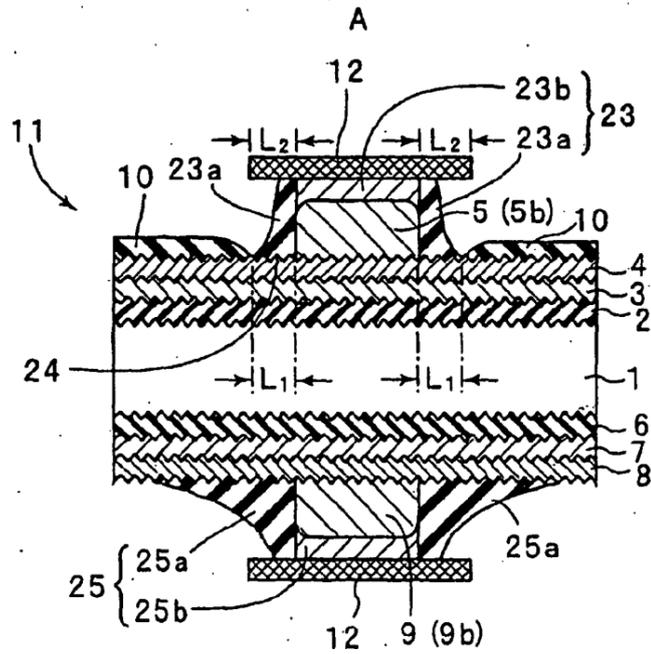


FIG. 3

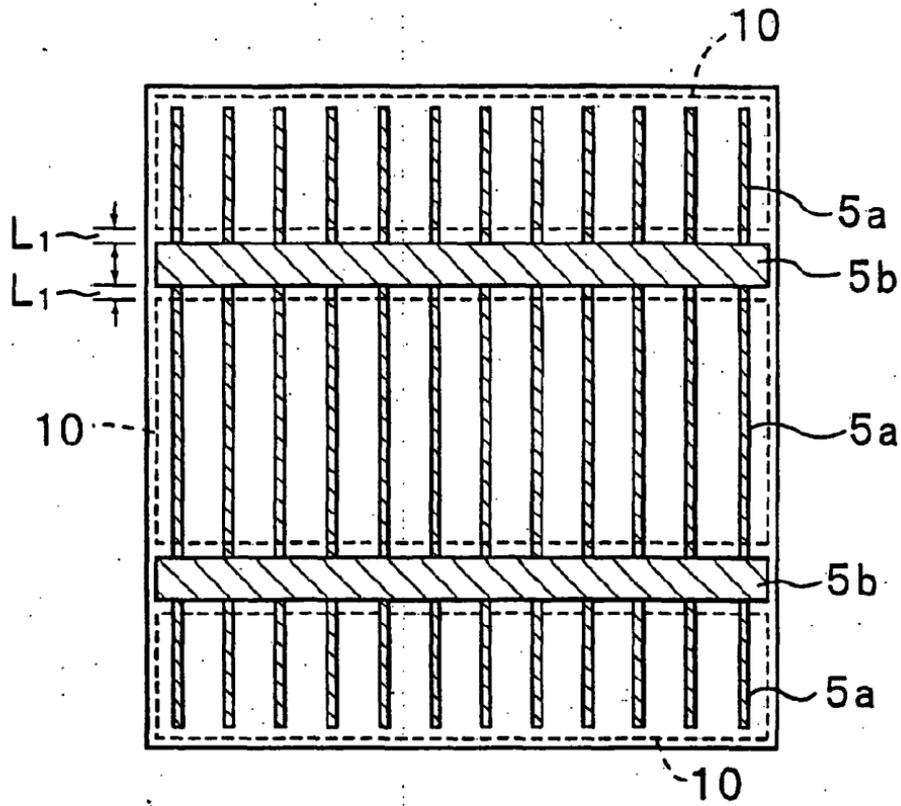


FIG. 4

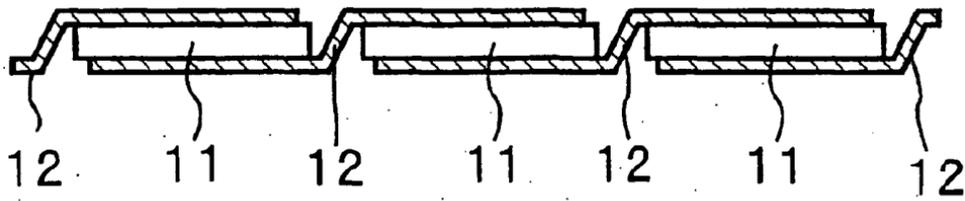


FIG. 5

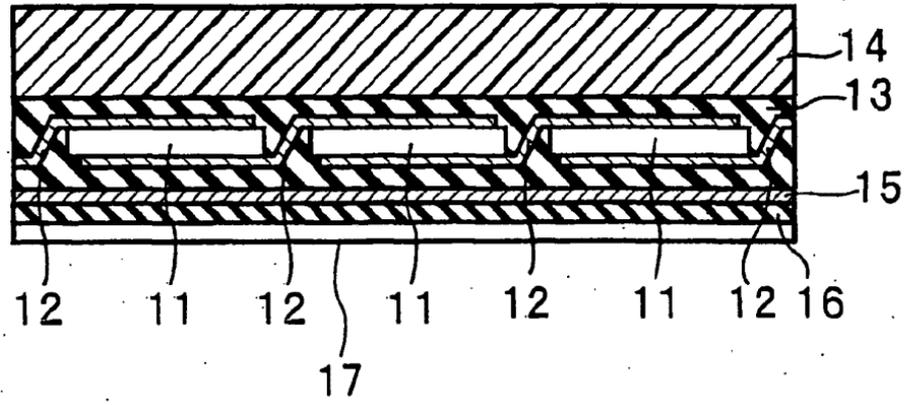


FIG. 6

