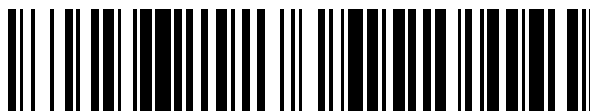


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 475 730**

51 Int. Cl.:

H01M 14/00 (2006.01)

H01L 31/04 (2014.01)

H01M 2/22 (2006.01)

H01G 9/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2007 E 07768092 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014 EP 2043191**

54 Título: **Módulo de células solares sensibilizadas por colorante y método para fabricar el mismo**

30 Prioridad:

06.07.2006 JP 2006187010

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

11.07.2014

73 Titular/es:

**SHARP KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
22-22, NAGAIKE-CHO, ABENO-KU
OSAKA-SHI, OSAKA 545-8522, JP**

72 Inventor/es:

**FUKUI, ATSUSHI;
YAMANAKA, RYOHSUKE y
FUKE, NOBUHIRO**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 475 730 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 células solares sensibilizadas por colorante y método para fabricar el mismo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un módulo de células solares sensibilizadas por colorante y a un método para fabricar el mismo.

Técnica anterior

10 Como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles, las células solares que pueden convertir la luz del sol en energía eléctrica han llamado la atención. Los ejemplos de células solares, que se han usado parcialmente de manera práctica en la actualidad, incluyen células solares que usan sustratos de silicio cristalino y células solares de silicio de película fina.

15 Como nuevo tipo de célula solar, en el documento de patente 1 se ha descrito una célula solar de tipo húmedo basada en la transferencia electrónica fotoinducida de un complejo metálico. Esta célula solar de tipo húmedo tiene una constitución en la que se forma una capa de conversión fotoeléctrica entre electrodos formados respectivamente sobre dos sustratos de vidrio usando materiales de conversión fotoeléctrica y materiales de electrolito. El material de conversión fotoeléctrica tiene un espectro de absorción en la región de luz visible adsorbiendo un complejo metálico que es un colorante de fotosensibilización sobre la superficie de un semiconductor de óxido metálico. En esta célula solar de tipo húmedo, cuando se irradia luz a la capa de conversión fotoeléctrica, se generan electrones y los electrones se transfieren a un contraelectrodo a través de un circuito eléctrico externo. Los electrones transferidos al contraelectrodo se transportan por iones en el electrolito y vuelven a la capa de conversión fotoeléctrica. Se produce energía eléctrica basándose en repeticiones de tal transferencia electrónica.

25 Sin embargo, en lo que respecta a una estructura básica del módulo de células solares sensibilizadas por colorante descrito en el documento de patente 1, se constituye una célula solar sensibilizada por colorante llenando una disolución de electrolito entremedias de dos sustratos de vidrio. Por tanto, es posible producir una célula solar de ensayo con un área superficial pequeña, pero es difícil aplicar esta célula solar a una célula solar con un área superficial grande tal como 1 m cuadrado. Es decir, si en una célula solar de este tipo, se amplía el área superficial de un dispositivo de conversión fotoeléctrica, la corriente generada aumenta de manera proporcional al área. Sin embargo, puesto que aumenta una caída de tensión en la dirección del plano de una película conductora transparente que va a usarse para las partes de electrodo y aumenta la resistencia en serie interna de la célula solar. Como resultado, se reducen un factor de llenado (FF) en una característica tensión-corriente y una corriente de cortocircuito en el momento de la conversión fotoeléctrica, dando como resultado un problema de disminución de la eficacia de conversión fotoeléctrica.

35 Con el fin de resolver tales problemas, por ejemplo, en los documentos de patente 2 y 3, se ha propuesto un módulo de células solares sensibilizadas por colorante que tiene una estructura mostrada en la figura 11. En el caso de preparar este módulo de células solares, en primer lugar se forman alternativamente una capa 112 semiconductora porosa y una capa 114 de catalizador sobre dos sustratos 100 y 117 de vidrio que tienen electrodos 111 y 118 transparentes formados en una conformación de tipo peine mediante diseño con patrón, respectivamente. A continuación, se aplica un adhesivo aislante entre la capa 112 semiconductora porosa sobre un sustrato y la capa 114 de catalizador del otro sustrato. Entonces, se unen entre sí dos sustratos opuestos solapando ambos sustratos uno sobre el otro con la capa 112 semiconductora porosa y la capa 114 de catalizador opuestas entre sí y curando el adhesivo aislante para formar una capa 115 aislante entre dispositivos, y llenando con una disolución de electrolito un hueco entre sustratos y sellando una parte de llenado con una resina, se ha preparado un módulo de células solares sensibilizadas por colorante (el denominado módulo de tipo W), en el que una pluralidad de dispositivos de conversión fotoeléctrica están conectados en serie.

45 Además, en el documento de patente 4, tal como se muestra en la figura 12, se ha propuesto un módulo de células solares sensibilizadas por colorante (el denominado módulo de tipo Z) en el que una pluralidad de dispositivos de conversión fotoeléctrica están conectados en serie proporcionando continuidad eléctrica entre una capa 121 conductora y la otra capa 128 conductora de dispositivos 121a, 121a de conversión fotoeléctrica adyacentes a través de una capa 129 conductora de conexión. En este módulo de células solares, con el fin de prevenir la corrosión de la capa 129 conductora de conexión y la continuidad en la carga eléctrica entre la capa 129 conductora de conexión y una capa 123 de electrolito, se aísla la capa 123 de electrolito de la capa 129 conductora de conexión mediante capas 125, 125 aislantes entre dispositivos. Además, en la figura 12, un número de referencia 122 indica una capa semiconductora porosa, y un número de referencia 124 indica una capa de catalizador.

Documento de patente 1: patente japonesa n.º 2664194

Documento de patente 2: nueva publicación nacional del documento de solicitud internacional PCT WO2002/052654

Documento de patente 3: traducción japonesa publicada de una solicitud PCT n.º 2005-516364

Documento de patente 4: publicación de patente japonesa no examinada n.º 2001-357897

El documento WO 96/29716 A1 da a conocer un procedimiento para aplicar una cantidad predeterminada de un sensibilizador a una superficie. El adsorbato que va a depositarse sobre una capa nanoporosa se distribuye de manera uniforme sobre la totalidad de la superficie que va a recubrirse como una disolución que contiene el adsorbato en forma coloidal estabilizada. El volumen de la disolución distribuida de manera uniforme contiene esencialmente la cantidad predeterminada del adsorbato que va a aplicarse. Una vez que se ha distribuido de manera uniforme la disolución coloidal, puede aplicarse adsorción a la superficie que va a recubrirse (cuando sea necesario con la irradiación de energía de desestabilización). El retardo de tiempo puede ajustarse mediante microencapsulación de los coloides y la selección de un disolvente con bajo poder disolvente. El procedimiento es adecuado para producir células fotoelectroquímicas termoselladas.

El documento JP 2006 134870 A da a conocer una célula solar sensibilizada por colorante caracterizada porque una capa conductora, una capa de conversión fotoeléctrica formada adsorbiendo un colorante a una capa semiconductor porosa, una capa de transporte de portador, un contraelectrodo que comprende una capa de catalizador y/o una capa conductora de contraelectrodo y una capa sellante están apiladas entre un primer cuerpo de soporte y un segundo cuerpo de soporte, estando formado al menos uno de ellos de un material ópticamente transparente; y la capa de conversión fotoeléctrica y el contraelectrodo entran en contacto entre sí.

Descripción de la invención

Problemas que van a resolver las invenciones

En los métodos mencionados anteriormente en los documentos de patente 2 y 3 (figura 11), cuando se unen dos sustratos 100, 117 entre sí de la manera descrita anteriormente, el grado de extensión del adhesivo aislante (aplastamiento del adhesivo aislante) en la dirección del plano de sustrato varía de ubicación a ubicación puesto que la distancia (hueco) entre los sustratos varía dependiendo de la curvatura del vidrio o similar. Se encontró que como resultado del aplastamiento del adhesivo aislante, el adhesivo aislante (capa 115 aislante entre dispositivos) cubre una parte de la capa 112 semiconductor porosa o la capa 114 de catalizador en una ubicación en la que el grado de extensión del adhesivo aislante es grande haciendo que se deteriore el rendimiento de la célula solar. Además, se encontró que existe el problema de que cuando se disminuye la cantidad del adhesivo aislante con el fin de reducir el área de la capa aislante entre dispositivos para convertirse en una parte que no genera energía, la capa 112 semiconductor porosa entra en contacto con un sustrato antes de entrar en contacto con el adhesivo aislante aplicado al otro sustrato y por tanto no pudo realizarse el sellado o la formación de la capa 115 aislante entre dispositivos.

Además, en la producción del módulo de tipo W, se encontró que cuando se forma una capa de catalizador a través de la aplicación (impresión) y el cocido de una pasta, se deteriora el rendimiento puesto que el material catalizador se desprende en el cocido de la pasta contaminando la capa semiconductor porosa o la capa conductora.

Además, en la producción del módulo de tipo Z mostrado en la figura 12, se logra continuidad eléctrica llevando una capa 129 conductora de conexión en contacto físico con una capa 128 conductora sobre un sustrato cuando se unen dos sustratos entre sí tras formarse la capa 129 conductora de conexión sobre una capa 121 conductora del otro sustrato. En este caso, se encontró que se genera una ubicación en la que la capa 129 conductora de conexión no puede entrar en contacto físicamente con la capa 128 conductora debido a una curvatura del vidrio haciendo que se deteriore el rendimiento de la célula solar.

Los problemas mencionados anteriormente de estos módulos de células solares que tienen las estructuras mostradas en las figuras 11 y 12 no se han presentado y éstos se revelan por primera vez mediante experimentos realizados por los presentes inventores.

La presente invención se realizó en vista del estado de la técnica anterior. Un objeto de la presente invención es proporcionar un módulo de células solares sensibilizadas por colorante en el que se mejoren la eficacia de conversión y el rendimiento y un método para fabricar el mismo.

Medios para resolver los problemas

Los objetos anteriores se resuelven mediante el contenido reivindicado según las reivindicaciones independientes. Por tanto, según la presente invención, se proporciona un módulo de células solares sensibilizadas por colorante que comprende un par de sustratos conductores opuestos en el que al menos uno de los sustratos es transparente y

se forma una pluralidad de capas conductoras en paralelo entre sí sobre cada superficie opuesta de los sustratos, se forma una pluralidad de dispositivos de conversión fotoeléctrica adyacentes en un estado de estar conectados eléctricamente en serie entre el par de sustratos conductores, y se forman capas aislantes entre los dispositivos de conversión fotoeléctrica adyacentes, en el que los dispositivos de conversión fotoeléctrica tienen una capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante, una capa de electrolito y una capa de catalizador y la capa aislante se forma dividiéndose en dos o más veces en la dirección del grosor de sustrato.

Además, según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para fabricar un módulo de células solares sensibilizadas por colorante que comprende las etapas de: (A) proporcionar un par de sustratos, en el que al menos uno de los sustratos es transparente y se forma una pluralidad de capas conductoras en paralelo entre sí sobre cada superficie de los sustratos, y formar una pluralidad de capas aislantes en forma de cinta dividiéndose en dos o más veces en la dirección del grosor de sustrato a intervalos predeterminados sobre las capas conductoras y sobre la superficie de sustrato de un sustrato o ambos sustratos del par de sustratos, y (B) formar un dispositivo de conversión fotoeléctrica que tiene una capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante, una capa de electrolito y una capa de catalizador sobre la pluralidad de capas conductoras, en el que la etapa de formar la primera capa aislante en la etapa (A) mencionada anteriormente se realiza antes o después de la etapa (B).

Efecto de la invención

Según el módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la presente invención y el método para fabricar el mismo, es posible tener una capa aislante de una estructura estratificada compuesta por una pluralidad de capas entre dispositivos de conversión fotoeléctrica adyacentes, y asignar a al menos una de las capas aislantes el papel de controlar un hueco entre sustratos y asignar a las otras capas aislantes el papel de unir y fijar en el momento de unir los sustratos. Por consiguiente, se logran los siguientes efectos.

(1) Cuando se unen un par de sustratos entre sí, mediante la reducción de la cantidad del adhesivo aislante (segunda capa aislante), puede reducirse el grado de extensión de este adhesivo aislante en la dirección del plano de sustrato, y por consiguiente se inhibe la penetración del adhesivo aislante entremedias de la capa semiconductor porosa y la capa de catalizador para aumentar un área eficaz de un plano que recibe luz y disminuir la inhibición de transporte de carga entre la capa semiconductor porosa y la capa de catalizador debido a una disolución de electrolito, y por tanto se mejora el rendimiento del módulo de células solares.

(2) Puesto que puede formarse una capa aislante gruesa (primera capa aislante) en respuesta a un grosor de película de la capa semiconductor porosa que es relativamente grueso entre las capas que constituyen una célula, no surge el problema de que la capa semiconductor porosa entre en contacto con el otro sustrato en el momento de unir los sustratos y por tanto no pueden formarse capas aislantes entre células y en la periferia de la célula.

(3) Además, el método para fabricar un módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la presente invención, en el caso de producir un módulo de tipo W, cuando se forma una capa aislante entre dispositivos antes de formar una capa de catalizador, esto puede prevenir que la capa semiconductor porosa y la capa conductora se contaminen por desprendimiento de un material catalizador que se produce en la formación de la capa de catalizador y puede evitarse el deterioración del rendimiento del módulo de tipo W.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección constituyente esquemática que muestra un módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la realización 1 de la presente invención.

La figura 2 es un primer diagrama que ilustra un procedimiento de producción del módulo de células solares sensibilizadas por colorante de las realizaciones 1 y 2.

La figura 3 es un segundo diagrama que ilustra un procedimiento de producción del módulo de células solares sensibilizadas por colorante de las realizaciones 1 y 2.

La figura 4 es una vista en sección constituyente esquemática que muestra un módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la realización 2 de la presente invención.

La figura 5 es una vista en sección constituyente esquemática que muestra un módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la realización 3 de la presente invención.

La figura 6 es un primer diagrama que ilustra un procedimiento de producción del módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la realización 3.

La figura 7 es un segundo diagrama que ilustra el procedimiento de producción del módulo de células solares

sensibilizadas por colorante de la realización 3.

La figura 8 es un tercer diagrama que ilustra el procedimiento de producción del módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la realización 3.

5 La figura 9 es un diagrama explicativo que muestra un estado en el que se aplasta una segunda capa aislante en el procedimiento de producción del módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la realización 1.

La figura 10 es un diagrama explicativo que muestra un estado en el que se aplasta una segunda capa aislante en el procedimiento de producción del módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la realización 2.

La figura 11 es una vista en sección constituyente esquemática que muestra un módulo de células solares sensibilizadas por colorante convencional.

10 La figura 12 es una vista en sección constituyente esquemática que muestra otro módulo de células solares sensibilizadas por colorante convencional.

Descripción de los números de referencia y los símbolos

1a, 1b, 3a, 3b dispositivo de conversión fotoeléctrica

10, 17, 30, 37 sustrato

15 11, 18, 31, 38 capa conductora

12, 32 capa semiconductor porosa

13, 33 capa de electrolito

14, 34 capa de catalizador

16, 36 capa aislante

20 16a, 36a primera capa aislante

16b, 36b segunda capa aislante

39 capa conductora de conexión

39a primera capa conductora de conexión

39b segunda capa conductora de conexión

25 Mejor modo de llevar a cabo la invención

Un módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la presente invención contiene un par de sustratos conductores opuestos en el que al menos uno de los sustratos es transparente y se forma una pluralidad de capas conductoras en paralelo entre sí sobre cada superficie opuesta de los sustratos, se forma una pluralidad de dispositivos de conversión fotoeléctrica adyacentes en un estado de estar conectados eléctricamente en serie entre el par de sustratos conductores, y se forman capas aislantes entre los dispositivos de conversión fotoeléctrica adyacentes, en el que los dispositivos de conversión fotoeléctrica tienen una capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante, una capa de electrolito y una capa de catalizador y la capa aislante se forma dividiéndose en dos o más veces en la dirección del grosor de sustrato.

35 A continuación en el presente documento, en la presente memoria descriptiva, puede haber casos en los que el "módulo de células solares sensibilizadas por colorante" se denomina simplemente un "módulo de células solares" y la "capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante" se denomina simplemente a una "capa semiconductor porosa". Además, en la presente invención, el "dispositivo de conversión fotoeléctrica" significa una capa de generación de energía que tiene una capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante, una capa de electrolito y una capa de catalizador y contribuye sustancialmente a la generación de energía.

40 En la presente invención, "la capa aislante se forma dividiéndose en dos o más veces en la dirección del grosor de

sustrato" significa que la capa aislante tiene una estructura de capa de dos o más capas. Esta "estructura de capa", tal como se muestra en las figuras 9 y 10, incluye la forma en la que se aplasta una segunda capa aislante para ejercer un efecto de adhesión debido a la unión de los sustratos en la fabricación de un módulo de células solares, y la segunda capa aislante aplastada se adhiere a la periferia de una primera capa aislante y una tercera capa aislante. Además, la figura 9 muestra el caso en el que la capa aislante tiene una estructura de dos capas y la figura 10 muestra el caso en el que la capa aislante tiene una estructura de tres capas. En este caso, la primera capa aislante de la estructura de dos capas y las capas aislantes primera y tercera de la estructura de tres capas son una capa aislante que se forma antes que la segunda capa aislante en las etapas de producción, y la primera capa aislante y la tercera capa aislante se forman respectivamente sobre sustratos separados. Además, "primera" y "tercera" en la primera capa aislante y la tercera capa aislante no significan un orden de formación.

En la presente invención, cuando la capa aislante tiene la estructura de dos capas que consiste en la primera capa aislante y la segunda capa aislante, el grosor de la primera capa aislante es preferiblemente el grosor de la segunda capa aislante o más, y más preferiblemente un grosor que es ligeramente (por ejemplo, en 50 μm o menos) menor que el del dispositivo de conversión fotoeléctrica cuando la primera capa aislante adopta el papel de controlar sustancialmente un hueco entre sustratos y la segunda capa aislante adopta el papel de unir sustancialmente un par de los sustratos entre sí. En este caso, la expresión "la primera capa aislante controla sustancialmente un hueco entre sustratos" descrita anteriormente significa que la distancia entre superficies opuestas de un par de sustratos que tienen capas conductoras se determina sustancialmente por el grosor de película de la primera capa aislante. Además, la expresión "la segunda capa aislante une sustancialmente un par de los sustratos entre sí" descrita anteriormente significa que la segunda capa aislante une en última instancia un par de los sustratos entre sí con la primera capa aislante en el momento de fabricar el módulo de células solares de la presente invención.

Tal como se describió anteriormente, puesto que mediante el ajuste del grosor de la primera capa aislante a un grosor que es ligeramente menor que el grosor del dispositivo de conversión fotoeléctrica, el grosor de la segunda capa aislante se hace pequeño, es suficiente una pequeña cantidad de un material de la segunda capa aislante para su uso en la fabricación de este módulo de células solares, y la extensión (aplastamiento) del material de la segunda capa aislante en la dirección del plano de sustrato en la unión de un par de sustratos entre sí se hace pequeña. Como resultado de esto, el área en que se solapan la segunda capa aislante en un módulo de células solares fabricado y un dispositivo de conversión fotoeléctrica adyacente es pequeña, y por tanto aumenta el área eficaz de un plano que recibe luz del módulo de células solares y se mejora la eficacia de conversión fotoeléctrica del módulo de células solares. Además, incluso cuando el grosor de película de la capa semiconductor porosa es grande, mediante el ajuste del grosor de película de la primera capa aislante en un valor alto, la primera capa aislante y la segunda capa aislante pueden entrar en contacto con el par de los sustratos con fiabilidad para prevenir un cortocircuito entre células adyacentes con fiabilidad.

En este caso, un material que compone la primera capa aislante y un material que compone la segunda capa aislante pueden ser iguales o diferentes entre sí. Cuando ambos materiales son iguales, hay un ejemplo en el que el material que compone la primera capa aislante y el material que compone la segunda capa aislante comprenden ambos un material que contiene compuestos poliméricos orgánicos, y cuando ambos materiales son diferentes, hay un ejemplo en el que la primera capa aislante está compuesta por materiales inorgánicos y la segunda capa aislante está compuesta por materiales que contienen compuestos poliméricos orgánicos. Además, más adelante se describirán en detalle los materiales que componen la capa aislante.

En la presente invención, la capa aislante puede tener la estructura de tres capas que tiene además la tercera capa aislante. En este caso, la segunda capa aislante para ejercer un efecto de adhesión está ubicada entre la tercera capa aislante y la primera capa aislante, y el grosor total del grosor de la primera capa aislante y el grosor de la tercera capa aislante es preferiblemente el grosor de la segunda capa aislante o más, y más preferiblemente un grosor que es ligeramente (por ejemplo, en 50 μm o menos) menor que el grosor del dispositivo de conversión fotoeléctrica. Si se hace así, resulta favorable que la primera capa aislante y la tercera capa aislante adopten el papel de controlar sustancialmente un hueco entre sustratos y que la segunda capa aislante adopte el papel de unir sustancialmente un par de los sustratos entre sí. En este caso, la expresión "la primera capa aislante y la tercera capa aislante controlan sustancialmente un hueco entre sustratos" descrita anteriormente significa que la distancia entre superficies opuestas de un par de sustratos que tienen capas conductoras se determina sustancialmente por el grosor de película total de la primera capa aislante y la tercera capa aislante. Además, la expresión "la segunda capa aislante une sustancialmente un par de los sustratos entre sí" descrita anteriormente significa que la segunda capa aislante une en última instancia un par de los sustratos entre sí con la primera capa aislante y la tercera capa aislante en el momento de fabricar el módulo de células solares de la presente invención.

Tal como se describió anteriormente, el grosor total del grosor de la primera capa aislante y el grosor de la tercera capa aislante es un grosor que es ligeramente menor que el grosor del dispositivo de conversión fotoeléctrica, y de ese modo, el grosor de película de la segunda capa aislante se hace pequeño, y por tanto es suficiente una pequeña cantidad de un material de la segunda capa aislante para su uso en la fabricación de este módulo de células solares, y la extensión del material de la segunda capa aislante en la dirección del plano de sustrato en la unión de un par de sustratos entre sí se hace pequeña. Como resultado de esto, una segunda capa aislante en un módulo de células

solares fabricado no penetra en un dispositivo de conversión fotoeléctrica adyacente (por ejemplo, una capa de electrolito), y no se inhibe el transporte de carga entre la capa semiconductor porosa y la capa de catalizador y aumenta el área eficaz de un plano que recibe luz y se mejora la eficacia de conversión fotoeléctrica del módulo de células solares.

5 También en este caso, los materiales que componen las capas aislantes primera, segunda y tercera pueden ser iguales o diferentes entre sí. Cuando todos los materiales son iguales, hay un ejemplo en el que estos materiales comprenden un material que contiene compuestos poliméricos orgánicos, y cuando estos materiales son diferentes, hay un ejemplo en el que la primera capa aislante y la tercera capa aislante están compuestas por materiales inorgánicos y la segunda capa aislante está compuesta por materiales que contienen compuestos poliméricos orgánicos.

10 En la presente invención, la capa semiconductor porosa y la capa de catalizador que componen respectivamente el dispositivo de conversión fotoeléctrica están laminados con la capa de electrolito entre ellas, pero el orden de laminación de las capas respectivas desde un lado de plano que recibe luz puede ser el mismo o puede ser inverso que en una célula adyacente, siempre que una pluralidad de células estén conectadas eléctricamente en serie. Es decir, cuando el orden de laminación de las capas respectivas desde un lado de plano que recibe luz es la capa semiconductor porosa, la capa de electrolito y la capa de catalizador en una célula, se usa el mismo orden o un orden inverso para una célula adyacente.

15 El módulo de células solares sensibilizadas por colorante descrito anteriormente puede aplicarse para el denominado módulo de tipo W en el que los órdenes de laminación de las capas respectivas (capa semiconductor porosa, capa de electrolito y capa de catalizador) son inversos entre células adyacentes. En este caso, una capa conductora de un sustrato entra en contacto con una capa semiconductor porosa en una célula y una capa de catalizador en otra célula adyacente a un lado de la célula, y una capa conductora del otro sustrato entra en contacto con una capa de catalizador en una célula y una capa semiconductor porosa en otra célula adyacente al otro lado de la célula, y de ese modo se conectan eléctricamente en serie una pluralidad de células.

20 Por otra parte, cuando los órdenes de laminación de las capas respectivas (capa semiconductor porosa, capa de electrolito y capa de catalizador) son iguales entre células adyacentes, la presente invención puede aplicarse a un módulo de células solares sensibilizadas por colorante que tiene una estructura (el denominado módulo de tipo Z) en la que un par de las capas aislantes están ubicadas a lo largo de un dispositivo de conversión fotoeléctrica y adyacente a otro dispositivo de conversión fotoeléctrica, respectivamente, y se forma una capa conductora de conexión conectada eléctricamente al par de capas conductoras mencionadas anteriormente entre el par de capas aislantes mencionadas anteriormente. En este caso, la capa conductora de conexión puede ser una capa o dos o más capas, y se usa preferiblemente la capa conductora de conexión de dos o más capas porque mejora el contacto físico y eléctrico con las capas conductoras sobre un par de sustratos.

25 Cuando la capa conductora tiene una estructura de dos capas que consiste en una primera capa conductora de conexión y una segunda capa conductora de conexión, el grosor de la primera capa conductora de conexión es preferiblemente el grosor de la segunda capa conductora de conexión o más, y más preferiblemente un grosor que es ligeramente (por ejemplo, en 50 μm o menos) menor que el del dispositivo de conversión fotoeléctrica. El motivo para esto es que la primera capa conductora de conexión también adopta el papel de controlar sustancialmente un hueco entre sustratos junto con la primera capa aislante. De ese modo, se previene que la segunda capa conductora de conexión se extienda en el momento de unir un par de sustratos entre sí y puede poner en contacto las capas conductoras sobre el par de los sustratos con fiabilidad junto con la primera capa conductora de conexión para reducir la resistencia al contacto.

A continuación en el presente documento, se describirán los elementos constituyentes respectivos del módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la presente invención.

45 (Sustrato)

Como sustrato, se usa un sustrato compuesto por un material que tiene una propiedad de transmisión de luz para un sustrato usado sobre el lado de un plano que recibe luz de un módulo de células solares y la propiedad de transmisión de luz no está particularmente limitada para un sustrato usado sobre el lado de un plano que no recibe luz.

50 Como sustrato transparente, generalmente, pueden usarse sustratos de vidrio compuestos por vidrio flotado de sosa-cal, vidrio de cuarzo o similar, y láminas de polímero transparentes compuestas por tetraacetilcelulosa (TAC), poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(sulfuro de fenileno) (PPS), policarbonato (PC), polialilato (PA), poli(éter-imida) (PEI), una resina fenoxi o similares. Las láminas de polímero transparentes son ventajosas en cuanto a coste y flexibilidad. Cuando se usan estos sustratos transparentes, se requiere que las capas conductoras formadas sobre los mismos sean transparentes.

Los ejemplos del sustrato usado sobre el lado de un plano que no recibe luz incluyen los sustratos transparentes mencionados anteriormente y láminas metálicas. Cuando se usa la lámina metálica, dado que la lámina metálica puede someterse a corrosión dependiendo de la combinación de un material metálico y un electrolito, es preferible recubrir al menos la superficie de la lámina metálica que entra en contacto con la capa de electrolito, con una película de óxido metálico resistente a la corrosión.

(Capa conductora)

Como capa conductora, se usa una capa conductora compuesta por un material que tiene una propiedad de transmisión de luz para una capa conductora usada sobre el lado de un plano que recibe luz de un módulo de células solares y la propiedad de transmisión de luz no está particularmente limitada para una capa conductora usada sobre el lado de un plano que no recibe luz.

Los ejemplos de un material de la capa conductora transparente incluyen óxido complejo de indio – estaño (ITO), óxido de estaño (SnO_2), óxido estaño dopado con flúor (SnO_2 dopado con F, FTO) y óxido de cinc (ZnO).

Los ejemplos de la capa conductora usada sobre el lado de un plano que no recibe luz incluyen las capas conductoras transparentes mencionadas anteriormente y materiales opacos tales como películas metálicas. Cuando se usa el material opaco, es posible omitir la reducción del grosor de película, y cuando la capa de electrolito incluye yodo, la capa conductora tiene preferiblemente resistencia al yodo.

La capa conductora puede formarse sobre el sustrato mediante un método habitual tal como un método de pulverización catódica, un método de pulverización o similares. Preferiblemente, el grosor de película de la capa conductora es de aproximadamente 0,02 a 5 μm . La capa conductora tiene preferiblemente una resistencia de película inferior y la resistencia de película es preferiblemente de 40 ohm/cuadrado o menos. Un sustrato conductor transparente preparado laminando una capa conductora compuesta por óxido de estaño dopado con flúor sobre vidrio flotado de sosa-cal resulta particularmente adecuado.

Puede añadirse un cable metálico con el fin de reducir la resistencia de una capa conductora transparente. Como material del cable metálico, se prefieren platino, oro, plata, cobre, aluminio, níquel y titanio. Es posible formar un alambre de cable metálico sobre un sustrato mediante un método de pulverización catódica o un método de deposición de vapor y, sobre el mismo, se forma una capa conductora transparente de óxido de estaño, ITO, o similar. Además, el alambre de cable metálico puede formarse mediante un método de pulverización catódica o un método de deposición de vapor tras formarse la capa conductora transparente de óxido de estaño, ITO, o similar. Sin embargo, dado que la instalación del alambre de cable metálico conduce a la reducción de la cantidad de luz incidente, el grosor del alambre de cable metálico es preferiblemente de 0,1 mm a varios mm.

(Capa semiconductor porosa)

La capa semiconductor porosa puede tener diversos estados morfológicos tales como un estado granular, un estado en forma de película que tiene un gran número de poros finos, y similares, en la superficie y dentro de la capa, y preferiblemente el estado en forma de película.

Como semiconductor usado para la capa semiconductor porosa, puede usarse cualquier semiconductor siempre que se use generalmente en materiales de conversión fotoeléctrica, y los ejemplos del semiconductor incluyen compuestos simples tales como óxido de titanio, óxido de cinc, óxido de estaño, óxido de hierro, óxido de niobio, óxido de circonio, óxido de cerio, óxido de tungsteno, óxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de níquel, titanato de bario, titanato de estroncio, sulfuro de cadmio, sulfuro de plomo, sulfuro de cinc, fosfuro de indio, sulfuro de cobre-indio (CuInS_2), CuAlO_2 y SrCu_2O_2 , o combinaciones de los mismos. Entre otros, se prefieren óxido de titanio, óxido de cinc, óxido de estaño y óxido de niobio, y se prefiere óxido de titanio desde el punto de vista de la estabilidad y la seguridad.

En la presente invención, el óxido de titanio incluye diversos óxidos de titanio en estrecha definición tales como óxido de titanio de tipo anatasa, dióxido de titanio de tipo rutilo, óxido de titanio amorfo, ácido metatitánico y ácido ortotitánico, e hidróxido de titanio y óxido de titanio hidratado. Dos tipos de cristales, tipo anatasa y tipo rutilo, pueden convertirse en cualquiera de tipo anatasa y tipo rutilo dependiendo de sus métodos de producción o historias térmicas, pero el tipo anatasa es común. Particularmente, en lo que respecta a la sensibilización del colorante orgánico de la presente invención, se prefiere óxido de titanio que tiene un alto contenido de tipo anatasa y la proporción del tipo anatasa es preferiblemente del 80% o más. Además, el tipo anatasa tiene una longitud de onda más corta en un extremo de onda larga de fotoabsorción que el tipo rutilo y el grado de reducción de la conversión fotoeléctrica debido a rayos ultravioleta es pequeño.

Como semiconductor para formar la capa semiconductor porosa en la presente invención, pueden seleccionarse y usarse uno o más semiconductores de los semiconductores mencionados anteriormente.

Estos semiconductores pueden ser un único cristal o pueden ser un policristal, pero se prefiere más el policristal desde el punto de vista de la estabilidad, dificultad de crecimiento del cristal y coste de producción. Particularmente, se prefiere un semiconductor policristalino en polvos finos (de nanométrico a micrométrico). Además, pueden mezclarse los mismos o diferentes semiconductores que tienen dos o más tamaños de partícula. En este caso, los materiales de las partículas respectivas pueden ser iguales o pueden ser diferentes. La razón entre diámetros de partícula promedio de las partículas de semiconductor que tienen diferentes tamaños de partícula es preferiblemente de 10 o más veces. La partícula con el mayor diámetro de partícula (de 100 a 500 nm) puede mezclarse con el fin de dispersar luz incidente y mejorar la razón de atrapamiento de luz, y la partícula con el menor diámetro de partícula (de 5 a 50 nm) puede mezclarse con el fin de aumentar el número de puntos de adsorción para mejorar la adsorción de colorante. Particularmente cuando se usan semiconductores diferentes en combinación, resulta más eficaz para la adsorción de colorante que un semiconductor que tiene una alta acción de adsorción se denomine semiconductor con menor diámetro de partícula.

Puede prepararse óxido de titanio, que es la forma más preferible de la partícula de semiconductor, según métodos descritos en diversas referencias. Además, puede emplearse un método para obtener cloruro mediante hidrólisis a alta temperatura, desarrollado por Degussa AG.

Los ejemplos de un método para formar la capa semiconductor porosa incluyen un método en el que se aplica una suspensión que contiene partículas de semiconductor sobre una película conductora transparente y se seca y/o se cuece la suspensión aplicada.

En el método mencionado anteriormente, en primer lugar, se suspenden partículas de semiconductor en un disolvente apropiado. Los ejemplos de tal disolvente incluyen disolventes de glyme tales como monometil éter de etilenglicol, disolventes de alcohol tales como alcohol isopropílico, disolventes mixtos a base de alcohol tales como alcohol isopropílico/tolueno, y agua. Además, puede usarse una pasta de óxido de titanio disponible comercialmente (Ti-Nanoxide, D, T/SP, D/SP, producida por Solaronix S.A.) en lugar de estas suspensiones. Los ejemplos de un método para aplicar una suspensión de partículas de semiconductor para formar una capa semiconductor a un sustrato incluyen métodos conocidos públicamente tales como un método de cuchilla rascadora, un método de racleta, un método de recubrimiento por centrifugación y un método de serigrafía. Entonces, se seca y/o se cuece la disolución aplicada. Las condiciones de temperatura, tiempo, atmósfera y similares requeridas para el secado y el cocido pueden ajustarse de manera apropiada según las clases del sustrato y las partículas de semiconductor que van a usarse, y los ejemplos de las condiciones para el secado y el cocido incluyen una temperatura dentro de un intervalo de aproximadamente 50 a 800°C, durante de aproximadamente 10 segundos a 12 horas, y una atmósfera de aire o una atmósfera de gas inerte. El secado y/o cocido pueden realizarse una vez a una temperatura, o pueden realizarse dos o más veces a temperaturas variables. Cuando la capa semiconductor porosa está compuesta por una pluralidad de capas, se proporcionan dos o más suspensiones de partículas de semiconductor que tienen diferentes diámetros de partícula promedio, y la etapa de aplicar, secar y/o cocer puede repetirse dos o más veces.

El grosor de cada capa de la capa semiconductor porosa no está particularmente limitado, y ejemplos del grosor incluyen aproximadamente de 0,1 a 100 µm. Además, desde otro punto de vista, la capa semiconductor porosa tiene preferiblemente un gran área superficial específica, y los ejemplos de un área superficial específica preferible incluyen aproximadamente de 10 a 500 m²/g, y preferiblemente de 10 a 200 m²/g. Además, un área superficial específica mostrada en la presente invención es un valor medido mediante un método de adsorción de BET.

Tras formarse la capa semiconductor porosa sobre el sustrato conductor que tiene una capa conductora, si la capa semiconductor porosa es una película de óxido de titanio, la capa semiconductor puede tratarse, por ejemplo, con una disolución acuosa de tetracloruro de titanio con el fin de mejorar la conexión eléctrica entre partículas de semiconductor, mejorando el área superficial de la capa semiconductor porosa, y disminuyendo el nivel de defectos de partículas de semiconductor.

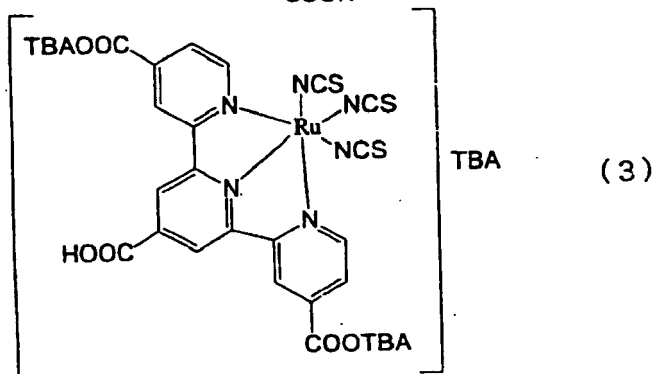
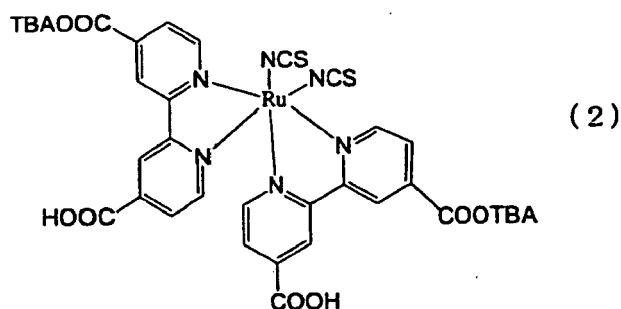
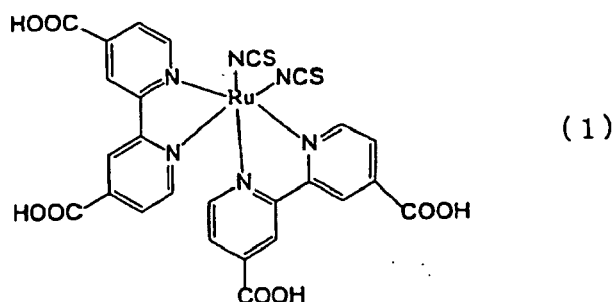
(Colorante de sensibilización)

El colorante de sensibilización se adsorbe sobre la capa semiconductor porosa que sirve como fotoelectrodo. Como colorante de sensibilización en la presente invención, se usan diversos colorantes orgánicos y colorantes de complejos metálicos, que tienen absorción en la región de luz visible y/o la región infrarroja. Los ejemplos típicos de colorantes orgánicos incluyen colorantes azoicos, colorantes de quinona, colorantes de quinona-imina, colorantes de quinacridona, colorantes de escuarilio, colorantes de cianina, colorantes de merocianina, colorantes de trifenilmetano, colorantes de xanteno, colorantes de porfirina, colorantes de perileno, colorantes de índigo y colorantes de naftalocianina. Los colorantes orgánicos tienen generalmente una mayor capacidad de absorción que los colorantes de complejos metálicos que tienen una conformación de enlaces coordinados en los que las moléculas se unen a un metal de transición.

También pueden usarse los colorantes de complejos metálicos además de los colorantes orgánicos descritos anteriormente. Como colorante de complejo metálico, se usan preferiblemente ejemplos de los mismos tales como

colorantes de ftalocianina y colorantes de rutenio que contienen metales tales como Cu, Ni, Fe, Co, V, Sn, Si, Ti, Ge, Cr, Zn, Ru, Mg, Al, Pb, Mn, En, Mo, Y, Zr, Nb, Sb, La, W, Pt, Ta, Ir, Pd, Os, Ga, Tb, Eu, Rb, Bi, Se, As, Sc, Ag, Cd, Hf, Re, Au, Ac, Tc, Te y Rh.

- 5 Entre los colorantes de complejos metálicos, se prefieren más los colorantes de complejos metálicos de rutenio. Por ejemplo, pueden usarse el colorante Ruthenium535 (producido por Solaronix S.A.) expresado por la fórmula (1), el colorante Ruthenium535-bisTBA (compuesto 3, producido por Solaronix S.A.) expresado por la fórmula (2), el colorante Ruthenium620-1H3TBA (compuesto 4, producido por Solaronix S.A.) expresado por la fórmula (3) y similares.



10

15

En la presente invención, es preferible tener un grupo de interconexión tal como un grupo carboxilo, un grupo alcoxilo, un grupo hidroxilo, un grupo ácido sulfónico, un grupo éster, un grupo mercapto o un grupo fosfonilo en una molécula de colorante para adsorber colorante firmemente sobre la capa semiconductor porosa. Generalmente, el colorante se fija a un semiconductor con el grupo de interconexión interpuesto entre el colorante y el semiconductor, y tiene la función de proporcionar un enlace eléctrico para facilitar la transferencia electrónica entre un colorante en un estado excitado y una banda de conducción del semiconductor.

20

25

Cuando el colorante de sensibilización se adsorbe sobre la capa semiconductor porosa, puede emplearse un método en el que se sumerge un cuerpo laminado obtenido formando la capa semiconductor porosa sobre el sustrato conductor, en una disolución de colorante. El disolvente de la disolución de colorante no está particularmente limitado siempre que sea un disolvente en el que se disuelve un colorante fotosensibilizado que va a usarse, y como disolvente de la disolución de colorante pueden usarse, específicamente, disolventes orgánicos tales como alcoholes, tolueno, acetonitrilo, THF, cloroformo o dimetilformamida. Como disolvente, se usa preferiblemente un disolvente purificado. Con el fin de potenciar la solubilidad de un colorante en un disolvente, puede elevarse la temperatura del disolvente, o pueden mezclarse dos o más clases de disolventes diferentes. La concentración de colorante en el disolvente puede ajustarse según la especie del colorante y el disolvente que van a usarse y las condiciones de la etapa de adsorción de colorante. La concentración de colorante en la disolución de un colorante puede ajustarse de manera apropiada según la especie del colorante y el disolvente que van a usarse, pero se

prefiere una concentración superior para mejorar la función de adsorción, y por ejemplo, se prefiere la concentración de 1×10^{-5} mol/litro o más.

(Capa de catalizador)

5 El material de la capa de catalizador no está particularmente limitado siempre que sea un material que active una reacción de oxidación-reducción de la capa de electrolito descrita a continuación, y los ejemplos del material incluyen platino, ácido cloroplático y carbonos (negro de carbono, negro de Ketjen, nanotubos de carbono, fullerenos, etc.). La capa de catalizador puede formarse mediante métodos tales como un método de pulverización catódica, craqueo térmico de ácido cloroplático, un método en el que se aplica una disolución de sol que contiene un material catalizador y después se realiza al menos uno de secado y cocido, o electrodeposición.

10 (Capa de electrolito: especie de oxidación-reducción)

El electrolito de oxidación-reducción usado para la capa de electrolito en la presente invención no está particularmente limitado siempre que pueda usarse de manera general en baterías o células solares, y por ejemplo, puede usarse una disolución de electrolito que contiene una especie de oxidación-reducción tal como especies de oxidación-reducción de tipo I/I_3^- , de tipo Br_2/Br_3^- , de tipo Fe_2^{+}/Fe_3^{+} , de tipo quinina/hidroquinona y similares. Específicamente, se prefieren combinaciones de yoduros metálicos tales como yoduro de litio (LiI), yoduro de sodio (NaI), yoduro de potasio (KI) y yoduro de calcio (CaI_2) y yodo (I_2), combinaciones de sal de tetraalquilamonio tal como yoduro de tetraetilamonio (TEAI), yoduro de tetrapropilamonio (TPAI), yoduro de tetrabutilamonio (TBAI) y yoduro de tetrahexilamonio (THAI) y yodo, y combinaciones de bromuros metálicos tales como bromuro de litio (LiBr), bromuro de sodio (NaBr), bromuro de potasio (KBr) y bromuro de calcio ($CaBr_2$) y bromo, y entre estas combinaciones, se prefiere particularmente la combinación de LiI y I_2 .

Los ejemplos de un disolvente de una capa de electrolito líquido incluyen compuestos de carbonato tales como carbonato propileno y similares, compuestos de nitrilo tales como acetonitrilo y similares, alcoholes tales como etanol y similares, agua y materiales polares apróticos. Entre estos disolventes, se prefieren particularmente compuestos de carbonato y compuestos de nitrilo. Estos disolventes pueden usarse como mezcla de dos o más de los mismos. Además, pueden añadirse compuestos aromáticos que contienen nitrógeno tales como t-butilpiridina (TBP) o sales de imidazol tales como yoduro de dimetilpropilimidazol (DMPH), yoduro de metilpropilimidazol (MPH), yoduro de etilmetilimidazol (EMH), yoduro de etilimidazol (EH) y yoduro de hexilmetilimidazol (HMH) a la capa de electrolito líquido como aditivo. La concentración de electrolito en la capa de electrolito líquido es preferiblemente de 0,001 a 1,5 mol/litro, y de manera particularmente preferible de 0,01 a 0,7 mol/litro.

30 (Primera capa aislante y tercera capa aislante)

Los materiales de las capas aislantes primera y tercera contienen preferiblemente un material inorgánico. Como material inorgánico, se prefieren partículas de óxido de circonio, óxido de silicio u óxido de aluminio, y estos materiales pueden usarse solos o en combinación, y entre estos, se prefiere particularmente un material que contiene óxido de silicio que apenas adsorbe un colorante. El diámetro de partícula promedio de estas partículas inorgánicas es de 10 a 500 μm , preferiblemente de 20 a 300 μm y más preferiblemente de 20 a 100 μm .

La primera capa aislante y la tercera capa aislante pueden formarse aplicando una suspensión que contiene partículas, por ejemplo, del material inorgánico mencionado anteriormente sobre la superficie del sustrato y la capa conductora y secando y/o cociendo la suspensión aplicada. Específicamente, en primer lugar, se suspenden partículas inorgánicas en un disolvente apropiado para preparar una suspensión. Los ejemplos de tal disolvente incluyen disolventes de glyme tales como monometil éter de etilenglicol, disolventes de alcohol tales como alcohol isopropílico, disolventes mixtos a base de alcohol tales como alcohol isopropílico/tolueno, y agua. Además, puede usarse una pasta de material inorgánico disponible comercialmente en lugar de estas suspensiones. Los ejemplos de un método para aplicar una suspensión que contiene partículas inorgánicas a un sustrato incluyen métodos conocidos públicamente tales como un método de cuchilla rascadora, un método de racleta, un método de recubrimiento por centrifugación y un método de serigrafía. Las condiciones de temperatura, tiempo, atmósfera y similares requeridas para secar y/o cocer la disolución aplicada pueden ajustarse de manera apropiada según los materiales del sustrato y el semiconductor que van a usarse.

Además, la primera capa aislante y la tercera capa aislante pueden formarse usando el mismo material y el mismo método que los de la segunda capa aislante descrita a continuación.

50 En la producción del módulo de tipo W, cuando se forma la capa de catalizador aplicando una disolución de sol de un material catalizador, y después realizando al menos uno de secado y cocido, es preferible formar la capa de catalizador después de formar la capa aislante. Formando la capa aislante antes de formar la capa de catalizador, es posible inhibir el desprendimiento físico en todas las direcciones de un material catalizador, y por tanto es posible prevenir la contaminación de la capa semiconductor porosa y la capa conductora con el material catalizador. El

grosor de película de la capa aislante es preferiblemente de 1 a 50 μm desde el punto de vista de prevenir el desprendimiento de un material catalizador, y más preferiblemente de 5 a 30 μm . Además, "una capa aislante" a la que se hace referencia en la presente invención significa una primera capa aislante y una tercera capa aislante formadas antes que la segunda capa aislante.

Además, en la presente invención, es preferible formar las capas aislantes (las capas aislantes primera y tercera) sobre el sustrato conductor antes de formar la capa semiconductor porosa, la capa de catalizador y la capa de electrolito desde el punto de vista de la facilidad de una etapa de producción y mejora de las propiedades de un módulo de células solares producido. El motivo para esto es que si la capa semiconductor porosa se forma sobre el sustrato antes de formar las capas aislantes, la capa semiconductor porosa se convierte en una interferencia física y se vuelve difícil formar la capa aislante.

(Segunda capa aislante)

Como material de la segunda capa aislante, se prefieren materiales que tienen elasticidad, y se prefieren resinas compuestas por un polímero orgánico. Los ejemplos de las resinas incluyen resinas fotosensibles, resinas termoendurecibles y similares.

En la presente invención, las resinas fotosensibles incluyen polímeros fotosensibles en los que la propia resina absorbe energía luminosa para curarse, polímeros que contienen compuestos fotosensibles en los que un compuesto fotosensibles (sensibilizador) en una resina absorbe energía luminosa y de ese modo se cura la resina, y polímeros que contienen monómeros fotopolimerizables en los que un monómero fotopolimerizable en una resina absorbe energía luminosa y, de ese modo, el monómero se convierte en una resina y se cura la resina. La resina fotosensible no está particularmente limitada, y por ejemplo, puede usarse una resina curable por radiación ultravioleta disponible comercialmente (por ejemplo, 31X-101: producida por Three Bond Co., Ltd.).

Además, la resina termoendurecible no está particularmente limitada, y los ejemplos de la resina termoendurecible incluyen resinas epoxídicas, resinas acrílicas, resinas fenólicas, resinas de poliéster y resinas de poliuretano; y puede usarse una resina termoendurecible (por ejemplo, 2212B: producida por Three Bond Co., Ltd.) que tiene una temperatura de curado de 200°C o menos, más preferiblemente de 150°C o menos, desde el punto de vista de no degradar un colorante.

Estas resinas se aplican sobre la primera capa aislante o sobre la película conductora y el sustrato, y se curan irradiando rayos ultravioleta a la resina o calentando la resina después de unir un par de sustratos entre sí para conectar y fijar dos sustratos entre sí.

(Primera capa conductora de conexión)

Como material de la primera capa conductora de conexión, se prefieren metales, materiales de carbono y óxidos conductores, que tienen bajas resistencia específica, y específicamente, se prefieren platino, oro, plata, cobre, aluminio, níquel, titanio, grafito, nanotubos de carbono, fullereno, óxido complejo de indio-estaño (ITO), óxido de estaño (SnO_2), óxido de estaño dopado con flúor (SnO_2 dopado con F; FTO) y óxido de cinc (ZnO).

En lo que respecta a un método para formar la primera capa conductora de conexión, la primera capa conductora de conexión puede formarse aplicando una suspensión que contiene partículas de platino, oro, plata, cobre, aluminio, níquel o titanio sobre el sustrato conductor y secando y/o cociendo la suspensión aplicada. Específicamente, en primer lugar, se suspenden las partículas mencionadas anteriormente (por ejemplo, de 20 a 500 μm) en un disolvente apropiado para preparar una suspensión. Los ejemplos de tal disolvente incluyen disolventes de glyme tales como monometil éter de etilenglicol, alcoholes tales como alcohol isopropílico, disolventes mixtos a base de alcohol tales como alcohol isopropílico/tolueno, y agua. Además, puede usarse una pasta conductora disponible comercialmente en lugar de estas suspensiones. Los ejemplos de un método para aplicar una suspensión sobre un sustrato conductor incluyen métodos conocidos públicamente tales como un método de cuchilla rascadora, un método de raqueta, un método de recubrimiento por centrifugación y un método de serigrafía. Entonces, se seca y/o cuece la disolución aplicada. Las condiciones de temperatura, tiempo, atmósfera y similares requeridas para el secado y/o el cocido pueden ajustarse de manera apropiada según los materiales del sustrato y la capa semiconductor porosa que van a usarse.

(Segunda capa conductora de conexión)

La segunda capa conductora de conexión está compuesta preferiblemente por metales o materiales de carbono que tienen baja resistencia específica, y específicamente está compuesta preferiblemente por platino, oro, plata, cobre, aluminio, níquel, titanio, grafito, nanotubos de carbono o fullereno. Específicamente, puede usarse una pasta conductora que contiene partículas de los metales o materiales de carbono mencionados anteriormente como material para formar la segunda capa conductora de conexión. Cuando se unen un par de sustratos entre sí después

de adsorberse un colorante sobre la capa semiconductor porosa, es preferible usar una pasta conductora que tenga una temperatura de curado de 200°C o menos, más preferiblemente de 150°C o menos, desde el punto de vista de no degradar un colorante. Por ejemplo, pueden usarse productos comercializados tales como una pasta conductora producida por Fujikura Kasei Co., Ltd., una pasta conductora de tipo polimérico producida por Asahi Chemical Research Laboratory Co., Ltd. y similares.

El módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la presente invención, que tiene la constitución mencionada anteriormente, puede fabricarse mediante un método para fabricar un módulo de células solares sensibilizadas por colorante en el que se proporciona un par de sustratos, en los que al menos uno de los sustratos es transparente y se forma una pluralidad de capas conductoras en paralelo entre sí sobre cada superficie opuesta de los sustratos, que comprende la etapa (A) de formar una pluralidad de capas aislantes en forma de cinta divididas por separado en dos o más formaciones en la dirección del grosor de sustrato a intervalos predeterminados sobre las capas conductoras de un sustrato o ambos sustratos del par de sustratos y sobre las superficies de sustratos, y la etapa (B) de formar un dispositivo de conversión fotoeléctrica que tiene una capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante, una capa de electrolito y una capa de catalizador sobre la pluralidad de capas conductoras, en el que la etapa de formar una primera capa aislante en la etapa (A) mencionada anteriormente se realiza antes o después de la etapa (B).

A continuación en el presente documento, se describirá la presente invención con más detalle a modo de realizaciones y ejemplos haciendo referencia a los dibujos, pero la presente invención no se limita a estas realizaciones y ejemplos.

(Realización 1)

La figura 1 es una vista en sección que muestra una constitución esquemática de un módulo de células solares sensibilizadas por colorante (módulo de tipo W) de la realización 1 de la presente invención. En este módulo de células solares, un primer dispositivo 1a de conversión fotoeléctrica y un segundo dispositivo 1b de conversión fotoeléctrica se ubican alternativamente en un estado en el que el primer dispositivo 1a de conversión fotoeléctrica y el segundo dispositivo 1b de conversión fotoeléctrica están conectados eléctricamente en serie entre un par de sustratos 10, 17 que tienen una pluralidad de capas 11, 18 conductoras formadas en paralelo entre sí sobre la superficie de los sustratos. En esta realización, se toma un sustrato inferior en la figura 1 como un lado de plano que recibe luz, y al menos el sustrato 10 inferior y la capa 11 conductora tienen una propiedad de transmisión de luz.

El primer dispositivo 1a de conversión fotoeléctrica se forma laminando la capa 12 semiconductor porosa, la capa 13 de electrolito y la capa 14 de catalizador en sucesión desde el sustrato 10 inferior y el segundo dispositivo 1b de conversión fotoeléctrica se forma laminando la capa 14 de catalizador, la capa 13 de electrolito y la capa 12 semiconductor porosa en sucesión desde el sustrato 10 inferior.

La capa 11 conductora inferior está dividida en dos o más partes para estar conectada a la capa 12 semiconductor porosa del primer dispositivo 1a de conversión fotoeléctrica y la capa 14 de catalizador del segundo dispositivo 1b de conversión fotoeléctrica adyacente a un lado del primer dispositivo 1a de conversión fotoeléctrica, y la capa 18 conductora superior está dividida en dos o más partes para estar conectada a la capa 14 de catalizador del primer dispositivo 1a de conversión fotoeléctrica y la capa 12 semiconductor porosa del segundo dispositivo 1b de conversión fotoeléctrica adyacente al otro lado del primer dispositivo 1a de conversión fotoeléctrica.

En este módulo de células solares, la capa 16 aislante formada laminando la primera capa 16a aislante y la segunda capa 16b aislante se forma entre el primer dispositivo 1a de conversión fotoeléctrica y el segundo dispositivo 1b de conversión fotoeléctrica. La primera capa 16a aislante está ubicada sobre la capa 11 conductora transparente y entre dos capas 11 conductoras transparentes adyacentes sobre el sustrato 10 y la segunda capa 16b aislante está ubicada entre dos capas 11 conductoras transparentes adyacentes sobre el sustrato 17 y sobre la capa 11 conductora transparente. Mediante estas capas 16 aislantes, los dispositivos de conversión fotoeléctrica están aislados entre sí y esto evita que un electrolito en la capa 13 de electrolito de un dispositivo de conversión fotoeléctrica penetre en otro dispositivo de conversión fotoeléctrica adyacente. Además, la periferia del módulo de células solares entre un par de sustratos 10, 17 se sella con la capa 16 aislante y una parte de sellado con resina no mostrada y se evitan fugas del electrolito.

En este módulo de células solares, los grosores de las capas 11, 18 conductoras son de 0,1 a 1 μm , respectivamente, el grosor de la capa 12 semiconductor porosa es de 1 a 50 μm , y el grosor de la capa 14 de catalizador es de 5 nm a 1 μm , pero un material catalizador puede adherirse a la capa conductora en una agrupación. Además, el grosor de la capa 16 aislante es de 1 a 50 μm , y este grosor es igual a la distancia entre una capa conductora inferior o superior y un sustrato superior o inferior, y el grosor de la primera capa 16a aislante es de 1 a 50 μm y el grosor de la segunda capa 16b aislante es inferior a 50 μm .

El módulo de células solares mostrado en la figura 1 puede producirse según el siguiente procedimiento.

Antes de realizar la etapa (B) mencionada anteriormente, en la primera etapa de formar una capa aislante de la etapa (A), se forma una pluralidad de capas aislantes (primera capa 16a aislante) sobre la capa 11 conductora y la superficie de un sustrato 10 de un par de sustratos 10, 17, y entonces en la etapa (B), se realizan la etapa (1) en la que se forman la capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador entre las capas 16a aislantes sobre las capas 11, 18 conductoras del par de los sustratos, la etapa (2) en la que se adsorbe un colorante sobre la capa 12 semiconductor porosa, la etapa (3) en la que se aplica un material de resina sin curar sobre la capa 16a aislante, la etapa (4) en la que se solapan un par de sustratos 10 y 17 uno sobre el otro de tal manera que la capa 12 semiconductor porosa sobre un sustrato y la capa 14 de catalizador sobre el otro sustrato están opuestas entre sí, y se cura el material de resina sin curar para formar una segunda capa 16b aislante, y la etapa (5) en la que se llena una disolución de electrolito entre medias de un par de sustratos 10 y 17 para formar una capa 13 de electrolito entre la capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador.

Descrito de manera específica, tal como se muestra en la figura 2, en primer lugar se proporciona un par de sustratos 10, 17 que tienen una pluralidad de capas 11, 18 conductoras divididas en la superficie, y se forma una pluralidad de capas aislantes sobre las capas 11 conductoras del sustrato 10 sobre un lado de plano que recibe luz y sobre la superficie del sustrato 10 (etapa (A)). La capa aislante es una primera capa 16a aislante. La primera capa 16a aislante puede formarse mediante el método mencionado anteriormente. Además, en la figura 2, el número de referencia 21 representa una línea de trazado que divide las capas 11, 18 conductoras en dos o más partes.

El grosor de la primera capa 16a aislante se forma en un grosor (en este caso, inferior a 50 μm) que es ligeramente menor que el grosor (en este caso, de 1 a 50 μm) de las células 1a, 1b que van a formarse. Formando la primera capa 16a aislante de esta manera, la primera capa 16a aislante desempeña el papel de disminuir sustancialmente un hueco en el momento de unir los sustratos y se vuelve posible reducir la cantidad de un material de resina sin curar, que es un material de la segunda capa aislante, aplicado en el momento de unir los sustratos. De ese modo, el grado de extensión del material de resina sin curar (aplastamiento del adhesivo aislante) en la dirección del plano del sustrato en el momento de la unión se vuelve pequeño, y por tanto puede disminuirse la tasa del material de resina sin curar para cubrir una parte de la capa semiconductor porosa o la capa de catalizador que va a formarse en una etapa posterior y puede potenciarse el rendimiento del módulo de células solares. Además, cuando el grosor de película de la capa semiconductor porosa es grande, si se controla el grosor de película de la primera capa 16a aislante, se vuelve posible unir los sustratos con una pequeña cantidad de material de resina sin curar, y puede solucionarse el problema de que un material de resina sin curar (un adhesivo aislante) aplicado a un sustrato no entre en contacto con el otro sustrato.

Además, como material de la primera capa 16a aislante, es preferible un material que tiene una dureza tras formar la capa aislante para prevenir que se destruya la pasta mediante una presión de impresión al aplicar la pasta de un semiconductor poroso sobre la capa conductora usando una racleta en una etapa posterior, y si se usa un material que tiene dureza, puede mantenerse estable la distancia (hueco) entre los sustratos. Como material de la primera capa 16a aislante, se prefieren materiales inorgánicos, por ejemplo, fritas de vidrio que contienen óxido de silicio, tal como se describe. Además, como material de la primera capa 16a aislante, pueden usarse polímeros orgánicos si los polímeros orgánicos tienen dureza tras irradiación ultravioleta o curado térmico.

A continuación, en la etapa (B) mencionada anteriormente, se realizan las siguientes etapas (1) a (5).

Etapa (1): Tal como se muestra en la figura 3(a), la capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador se forman alternativamente entre primeras capas 16a aislantes sobre la capa 11 conductora del sustrato 10 sobre un lado de plano que recibe luz, y tal como se muestra en la figura 3(b), la capa 14 de catalizador y la capa 12 semiconductor porosa se forman alternativamente entre regiones para formar una capa aislante sobre la capa 18 conductora del sustrato 17 sobre un lado de plano que no recibe luz. La capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador pueden formarse mediante el método mencionado anteriormente.

Como método para aplicar una pasta de la capa 12 semiconductor porosa, se prefieren un método para aplicar mediante un dispensador y un método para aplicar mediante serigrafía, y lo más preferible es un método para aplicar mediante serigrafía. En la serigrafía, dado que la pasta se presiona contra un sustrato a una presión constante mediante una presión de impresión por una racleta incluso cuando existe la primera capa 16a aislante, se mejora la adhesión entre el sustrato y la capa aislante porosa en comparación con otros métodos.

Etapa (2): Se sumerge un cuerpo laminado obtenido formando las capas 12 semiconductoras porosas y las capas 14 de catalizador sobre los sustratos 10, 17, en una disolución de colorante tal como se describió anteriormente para adsorber el colorante sobre cada capa 12 semiconductor porosa. Después, se retira cada cuerpo laminado de la disolución de colorante y se seca.

Etapa (3): Se aplica un material de resina sin curar sobre una primera capa 16a aislante del sustrato 10. El material de resina sin curar de este caso es un material para formar una segunda capa 16b aislante. Cuando el material de resina sin curar es una resina termoendurecible, el material de resina sin curar es preferiblemente una resina que

tiene una temperatura de curado de 200°C o menos, además 150°C o menos, para reducir el daño a un colorante adsorbido sobre la capa semiconductor porosa.

Etapa (4): Se solapan los sustratos respectivos uno sobre el otro de tal manera que la capa 12 semiconductor porosa sobre el sustrato 10 y la capa 14 de catalizador sobre el sustrato 17 están opuestas entre sí, y se cura el material de resina sin curar para formar una segunda capa 16b aislante, y se unen un par de sustratos 10, 17 entre sí para fijarse. En este momento, cuando el material de resina sin curar es un material fotosensible, se cura irradiando luz (por ejemplo, rayos ultravioleta) desde el lado de un sustrato que tiene una propiedad de transmisión de luz, y cuando el material de resina sin curar es una resina termoendurecible, se cura calentando a una temperatura a la que no se degrada el colorante.

Etapa (5): Se llena una disolución de electrolito entre medias de un par de sustratos 10 y 17 para formar una capa 13 de electrolito entre la capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador de cada dispositivo 1a, 1b de conversión fotoeléctrica. En este momento, se forma una parte hueca (no mostrada) entre los sustratos 10 y 17, y puede llenarse una disolución de electrolito a través de esta parte hueca mediante acción capilar. Entonces, se sella la parte hueca con una resina.

(Realización 2)

La figura 4 es una vista en sección que muestra una constitución esquemática de un módulo de células solares sensibilizadas por colorante (módulo de tipo W) de la realización 2 de la presente invención. Además, en la figura 4, se asignan los mismos números de referencia y caracteres a los elementos constituyentes similares a la realización 1 mostrada en la figura 1.

El módulo de células solares de la realización 2 tiene la misma estructura que en la realización 1 excepto porque la capa aislante de este módulo de células solares tiene una estructura de tres capas, distinto de la realización 1. A continuación en el presente documento, se describirá principalmente la diferencia de una estructura de este módulo de células solares con respecto a la de la realización 1.

En la realización 2, la capa 26 aislante se forma laminando la primera capa 26a aislante, la segunda capa 26b aislante y la tercera capa 26c aislante. Las primeras capas 26a aislantes se forman sobre la capa 11 conductora y sobre el sustrato 10 sobre un lado de plano que recibe luz y las terceras capas 26c aislantes se forman sobre la capa 18 conductora y sobre el sustrato 17 sobre un lado de plano que no recibe luz, y la segunda capa 26b aislante se forma entre la primera capa 26a aislante y la tercera capa 26c aislante.

En este módulo de células solares, pueden fijarse grosores de las capas respectivas distintas de la capa 26 aislante al mismo intervalo de grosor que en la realización 1. Por otra parte, los grosores de las capas 26a, 26c aislantes primera y tercera son de 1 a 50 μm y el grosor de la segunda capa 26b aislante es inferior a 50 μm .

El módulo de células solares mostrado en la figura 4 puede producirse según el siguiente procedimiento.

Antes de realizar la etapa (B) mencionada anteriormente, en la primera etapa de formar una capa aislante de la etapa (A), se forma una pluralidad de capas aislantes (capas 26a, 26c aislantes primera y tercera) sobre las capas 11, 18 conductoras de ambos sustratos 10, 17 y las superficies de ambos sustratos 10, 17 de un par de sustratos 10, 17, y entonces en la etapa (B), se realizan la etapa (1) en la que se forman la capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador entre las capas aislantes sobre las capas 11, 18 conductoras respectivas del par de los sustratos 10, 17, la etapa (2) en la que se adsorbe un colorante sobre la capa 12 semiconductor porosa, la etapa (3) en la que se aplica un material de resina sin curar sobre la capa aislante, la etapa (4) en la que se solapan un par de sustratos 10 y 17 uno sobre el otro de tal manera que la capa 12 semiconductor porosa sobre un sustrato y la capa 14 de catalizador sobre el otro sustrato están opuestas entre sí, y se cura el material de resina sin curar para formar una segunda capa 26b aislante, y la etapa (5) en la que se llena una disolución de electrolito entre medias de un par de sustratos 10 y 17 para formar una capa 13 de electrolito entre la capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador.

Específicamente, en la etapa (A) mencionada anteriormente, como con la explicación en la figura 2(a), se forma una pluralidad de primeras capas 26a aislantes sobre las capas 11 conductoras de un sustrato 10 y sobre la superficie del sustrato 10, y se forma una pluralidad de terceras capas 26c aislantes sobre las capas 18 conductoras del otro sustrato 17 y sobre la superficie del otro sustrato 17. Las capas 26a, 26c aislantes primera y tercera pueden formarse mediante el método mencionado anteriormente.

El grosor total del grosor de la primera capa 26a aislante y el grosor de la tercera capa 26c aislante se forman con un grosor (en este caso inferior a 50 μm) que es ligeramente menor que el grosor (en este caso de 1 a 50 μm) de dispositivos 1a, 1b de conversión fotoeléctrica que van a formarse.

A continuación, en la etapa (B) mencionada anteriormente, se realizan las siguientes etapas (1) a (5).

Etapa (1): Tal como con la descripción en la figura 3(a), la capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador se forman alternativamente entre primeras capas 26a aislantes sobre la capa 11 conductora del sustrato 10 sobre un lado de plano que recibe luz, y la capa 14 de catalizador y la capa 12 semiconductor porosa se forman alternativamente entre terceras capas 26c aislantes sobre la capa 18 conductora del sustrato 17 sobre un lado de plano que no recibe luz. La capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador pueden formarse mediante el método mencionado anteriormente.

Etapa (2): Se sumerge un cuerpo laminado obtenido formando las capas 12 semiconductoras porosas y la capa 14 de catalizador sobre los sustratos 10, 17, en una disolución de colorante tal como se describió anteriormente para adsorber el colorante sobre cada capa 12 semiconductor porosa. Después, se retira cada cuerpo laminado de la disolución de colorante y se seca.

Etapa (3): Se aplica un material de resina sin curar sobre una primera capa 26a aislante del sustrato 10 o una tercera capa 26c aislante del sustrato 17. El material de resina sin curar de este caso es un material para formar una segunda capa 26b aislante. Además, el material de resina sin curar puede aplicarse sobre tanto la primera capa 26a aislante como la tercera capa 26c aislante con aproximadamente la mitad de la cantidad del material de resina que va a aplicarse en la aplicación a tan sólo una capa para cada capa aislante.

Etapa (4): Se solapan los sustratos respectivos uno sobre el otro de tal manera que la capa 12 semiconductor porosa sobre el sustrato 10 y la capa 14 de catalizador sobre el sustrato 17 están opuestas entre sí, y se cura el material de resina sin curar para formar una segunda capa 26b aislante, y se unen un par de sustratos 10, 17 entre sí para fijarse. En este momento, cuando el material de resina sin curar es un material fotosensible, se cura irradiando luz (por ejemplo, rayos ultravioleta) desde el lado de un sustrato que tiene una propiedad de transmisión de luz, y cuando el material de resina sin curar es una resina termoendurecible, se cura calentando a una temperatura a la que no se degrada el colorante.

Etapa (5): Se llena una disolución de electrolito entremedias de un par de sustratos 10 y 17 para formar una capa 13 de electrolito entre la capa 12 semiconductor porosa y la capa 14 de catalizador de cada dispositivo 1a, 1b de conversión fotoeléctrica. En este momento, se forma una parte hueca (no mostrada) entre los sustratos 10 y 17, y puede llenarse una disolución de electrolito a través de esta parte hueca mediante acción capilar. Entonces, se sella la parte hueca con una resina.

(Realización 3)

La figura 5 es una vista en sección que muestra una constitución esquemática de un módulo de células solares sensibilizadas por colorante de la realización 3 de la presente invención. En este módulo de células solares, una pluralidad de dispositivos 3a de conversión fotoeléctrica que tienen las mismas constituciones se ubican en un estado de estar conectados eléctricamente en serie entre un par de sustratos 30, 37 que tienen una pluralidad de capas 31, 38 conductoras sobre la superficie de los sustratos. En esta realización, se toma un sustrato inferior en la figura 5 como un lado de plano que recibe luz, y al menos el sustrato 30 inferior y la capa 31 conductora tienen una propiedad de transmisión de luz. El dispositivo 3a de conversión fotoeléctrica se forma laminando la capa 32 semiconductor porosa, la capa 33 de electrolito y la capa 34 de catalizador en sucesión desde el sustrato 30 inferior, y las capas 31 y 38 conductoras superior e inferior se dividen en dos o más partes para conectarse sólo a la capa 32 semiconductor porosa y a la capa 34 de catalizador, respectivamente, en los dispositivos 3a de conversión fotoeléctrica respectivos. Además, la figura 6(a) muestra una pluralidad de capas 31 conductoras formadas en paralelo entre sí sobre la superficie del sustrato 30, y la figura 6(b) muestra una pluralidad de capas 38 conductoras formadas en paralelo entre sí sobre la superficie del sustrato 37, y el número de referencia 21 representa una línea de trazado que divide las capas 31, 38 conductoras en dos o más partes.

En este módulo de células solares, entre los dispositivos 3a de conversión fotoeléctrica adyacentes, se forman un par de capas 36, 36 aislantes ubicadas a lo largo de un dispositivo 3a de conversión fotoeléctrica y ubicadas a lo largo de los otros dispositivos 3a de conversión fotoeléctrica, y una capa 39 conductora de conexión ubicada entre el par de capas 36, 36 aislantes.

Cada capa 36 aislante está compuesta por la primera capa 36a aislante y la segunda capa 36b aislante como con la realización 1 y la capa 39 conductora de conexión se forma laminando una primera capa 39a conductora de conexión y una segunda capa 39b conductora de conexión.

En la figura 5, en la capa 36 aislante en el lado derecho de la capa 39 conductora de conexión, la primera capa 36a aislante se forma sobre la capa 31 conductora inferior en un estado de entrar en contacto con la capa 32 semiconductor porosa y la segunda capa 36b aislante se forma entre la capa 38, 38 conductora adyacente superior en un estado de entrar en contacto con el sustrato 37. Por otra parte, en la capa 36 aislante en el lado izquierdo de

la capa 39 conductora de conexión, la primera capa 36a aislante se forma sobre el sustrato 30 inferior entre las capas 31 y 31 conductoras adyacentes y la segunda capa 36b aislante se forma en un estado de entrar en contacto con la capa 38 conductora superior.

Además, una primera capa 39a conductora de conexión está en contacto con la capa 31 conductora inferior y una segunda capa 39b conductora de conexión está en contacto con la capa 38 conductora superior. En este caso, los materiales constituyentes de la primera capa 39a conductora de conexión y la segunda capa 39b conductora de conexión son preferiblemente materiales descritos anteriormente.

Mediante estas capas aislantes 36, los dispositivos de conversión fotoeléctrica están aislados entre sí y esto evita que un electrolito en la capa 33 de electrolito de un dispositivo de conversión fotoeléctrica penetre en otro dispositivo de conversión fotoeléctrica adyacente. Además, la periferia del módulo de células solares entre un par de sustratos 30, 37 se sella con la capa 36 aislante y una parte de sellado con resina no mostrada y se evitan fugas del electrolito.

Además, una pluralidad de dispositivos 3a de conversión fotoeléctrica cada uno de los cuales se forma laminando la capa 32 semiconductora porosa, la capa 33 de electrolito y la capa 34 de catalizador en este orden desde el lado de plano que recibe luz pueden conectarse eléctricamente a través de la capa 39 conductora de conexión.

En este módulo de células solares, los grosores de las capas 31, 38 conductoras son de 0,1 a 1 μm , respectivamente, el grosor de la capa 32 semiconductora porosa es de 1 a 50 μm y el grosor de la capa 34 de catalizador es de 5 nm a 1 μm . Además, el grosor de la capa 36 aislante es de 1 a 50 μm , y este grosor es igual a la distancia entre una capa conductora inferior o superior y un sustrato superior o inferior, y el grosor de la primera capa 36a aislante es de 1 a 50 μm y el grosor de la segunda capa 36b aislante es inferior a 50 μm . Además, el grosor de la capa 39 conductora de conexión es de 1 a 50 μm , y este grosor es igual a la distancia entre una capa conductora inferior y una capa conductora superior, y el grosor de la primera capa 39a conductora de conexión es de 1 a 50 μm y el grosor de la segunda capa 39b conductora de conexión es inferior a 50 μm .

El módulo de células solares mostrado en la figura 5 puede producirse según el siguiente procedimiento.

La etapa (A) comprende además una etapa de formar una capa conductora de conexión en forma de cinta (primera capa 39a conductora de conexión) sobre una capa 31 conductora de un sustrato 30, y en la etapa (A), tras la formación de la capa conductora de conexión, se forman capas aislantes (primeras capas 36a aislantes) adyacentes a ambos lados de cada capa conductora de conexión, sobre la capa 31 conductora y sobre la superficie del sustrato antes o después de realizar la etapa (B) mencionada anteriormente, y la etapa (B) comprende la etapa (1) en la que se forman la capa 32 semiconductora porosa y la capa 34 de catalizador sobre las capas 31, 38 conductoras respectivas del par de los sustratos 30, 37, la etapa (2) en la que se adsorbe un colorante sobre la capa 32 semiconductora porosa, la etapa (3) en la que se aplica un material de resina sin curar sobre la capa aislante, la etapa (4) en la que se solapan un par de sustratos 30 y 37 uno sobre el otro de tal manera que la capa 32 semiconductora porosa sobre un sustrato y la capa 34 de catalizador sobre el otro sustrato están opuestas entre sí, y se cura el material de resina sin curar para formar una segunda capa 36b aislante, y la etapa (5) en la que se llena una disolución de electrolito entremedias de un par de sustratos 30 y 37 para formar una capa 33 de electrolito entre la capa 32 semiconductora porosa y la capa 34 de catalizador, y comprende además la etapa de aplicar un material conductor sin curar sobre la capa conductora de conexión inmediatamente antes o después de la etapa (3) y la etapa de curar el material conductor sin curar simultáneamente con, o inmediatamente después de, la etapa (4).

Específicamente, en la etapa (A) mencionada anteriormente, tal como se muestra en la figura 7, en primer lugar, se forma una pluralidad de capas conductoras de conexión en forma de cinta sobre las capas 31 conductoras respectivas sobre la superficie de un sustrato 30 (véase la figura 6(a)). Esta capa conductora de conexión es una primera capa 39a conductora de conexión. La primera capa 39a conductora de conexión puede formarse mediante el método mencionado anteriormente. Entonces, se forman las capas aislantes adyacentes a ambos lados de cada primera capa 39a conductora de conexión. Estas capas aislantes son una primera capa 36a aislante. En este momento, se forma una de un par de primeras capas 36a aislantes adyacentes a una primera capa 39a conductora de conexión sobre la capa 31 conductora y la otra se forma sobre el sustrato 30 (véase la figura 5).

A continuación, en la realización 3, en la etapa (B) mencionada anteriormente, se llevan a cabo la etapa de aplicar un material conductor sin curar sobre la capa conductora de conexión inmediatamente antes o después de la etapa (3) mencionada anteriormente de aplicar un material de resina sin curar sobre la primera capa 36a aislante, y la etapa de curar el material conductor sin curar simultáneamente con, o inmediatamente después de, la etapa (4) mencionada anteriormente de curar el material de resina sin curar. Además, puede añadirse una etapa de secado después de aplicar el material conductor sin curar.

La etapa (B) se describirá específicamente. En la etapa (B), se realizan las siguientes etapas (1) a (5).

Etapa (1): Tal como se muestra en la figura 8(a), la capa 32 semiconductor porosa se forma entre primeras capas 36a aislantes sobre la capa 31 conductora del sustrato 30 sobre un lado de plano que recibe luz, y tal como se muestra en la figura 8(b), la capa 34 de catalizador se forma sobre la capa 38 conductora del sustrato 37 sobre un lado de plano que no recibe luz. La capa 32 semiconductor porosa y la capa 34 de catalizador pueden formarse mediante el método mencionado anteriormente.

Etapa (2): Se sumerge un cuerpo laminado obtenido formando las capas 32 semiconductoras porosas sobre el sustrato 30, en una disolución de colorante tal como se describió anteriormente para adsorber el colorante sobre cada capa 32 semiconductor porosa. Después, se retira cada cuerpo laminado de la disolución de colorante y se seca.

Etapa (3): Se aplica un material conductor sin curar sobre una primera capa 39a conductora de conexión del sustrato 30, y se aplica un material de resina sin curar sobre una primera capa 36a aislante del sustrato 30. El material conductor sin curar es un material para formar una segunda capa conductora de conexión y el material de resina sin curar es un material para formar una segunda capa 36b aislante. El material conductor sin curar es preferiblemente un material que tiene una temperatura de curado de 200°C o menos, además 150°C o menos, para reducir el daño a un colorante adsorbido sobre la capa semiconductor porosa.

Etapa (4): Se solapan los sustratos respectivos uno sobre el otro de tal manera que la capa 32 semiconductor porosa sobre el sustrato 30 y la capa 34 de catalizador sobre el sustrato 37 están opuestas entre sí, y se curan el material conductor sin curar y el material de resina sin curar para formar una segunda capa 39b conductora de conexión y una segunda capa 36b aislante, y se unen un par de sustratos 30, 37 entre sí para fijarse. En este momento, cuando el material de resina sin curar es un material fotosensible, se cura irradiando luz (por ejemplo, rayos ultravioleta) desde el lado de un sustrato que tiene una propiedad de transmisión de luz antes de curar el material conductor sin curar. Además, cuando el material de resina sin curar es una resina termoendurecible, se cura calentándolo junto con el material conductor sin curar a una temperatura a la que no se degrada el colorante.

Etapa (5): Se llena una disolución de electrolito entre medias de un par de sustratos 30 y 37 para formar una capa 33 de electrolito entre la capa 32 semiconductor porosa y la capa 34 de catalizador de cada dispositivo 3a de conversión fotoeléctrica. En este momento, se forma una parte hueca (no mostrada) entre los sustratos 30 y 37, y puede llenarse una disolución de electrolito a través de esta parte hueca mediante acción capilar. Entonces, se sella la parte hueca con una resina.

Ejemplos

(Ejemplo 1)

Se preparó un módulo de células solares sensibilizadas por colorante mostrado en la figura 4 según el siguiente procedimiento.

En primer lugar, se proporcionaron dos sustratos de vidrio con recubrimiento de SnO₂ producidos por Nippon Sheet Glass Co., Ltd, que tenían un tamaño de 43 mm x 65 mm, como sustratos 10, 17 sobre los que se forma respectivamente una capa conductora compuesta por SnO₂ tal como se muestra en las figuras 2(a) y 2(b).

A continuación, se realizó el trazado mediante irradiación de luz láser (láser de YAG, longitud de onda básica de 1,06 μm, fabricado por SEISHIN TRADING Co., Ltd.) en un SnO₂ de una capa conductora de tal manera que, en la figura 2, la dimensión I fue de 15,5 mm, la dimensión J fue de 15,5 mm, la dimensión K fue de 15,5 mm y la dimensión L fue de 15,5 mm para evaporar el SnO₂. Además, las dimensiones de I a L fueron las mismas, pero estas dimensiones no se dibujan a escala por conveniencia en la figura 2.

Posteriormente, tal como se muestra en la figura 2 y la figura 3, en un par de sustratos 10, 17, se tomó la anchura de una región A como de 16 mm, se tomó la anchura de una región B como de 10 mm, se tomó la anchura de una región C como de 5 mm, se tomó la anchura de una región D como de 7 mm, se tomó la anchura de una región E como de 4 mm, se tomó la anchura de una región F como de 10 mm y se tomó la anchura de una región H como de 5 mm, y se aplicaron fritas de vidrio (producidas por Noritake Co., Ltd.), que son un material de una primera capa aislante, a la proximidad de los límites entre las regiones A y C, las regiones C y D (D y C), las regiones B y C, las regiones E y C y las regiones C y F con una máquina de serigrafía (LS-150 fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO Co., Ltd.), y se secaron previamente las fritas de vidrio aplicadas a 100°C durante 10 minutos y después se cocieron a 450°C durante 1 hora. De ese modo, se formó una primera capa 26a aislante sobre el sustrato 10 y se formó una tercera capa 26c aislante sobre el sustrato 17. La primera capa 26a aislante y la tercera capa 26b aislante respectivamente tenían un grosor de película de aproximadamente 25 μm y una anchura de aproximadamente 500 μm. La medición del grosor de película se realizó con un instrumento SURFCOM 1400A (fabricado por TOKYO SEIMITSU Co., Ltd.).

Posteriormente, se formó una película de platino en un grosor de película de aproximadamente 5 nm a una tasa de deposición de 0,1 Å/s como capa 14 de catalizador en las regiones C respectivas de los sustratos 10 y 17 usando una máquina de deposición de vapor de haz de electrones EVD-500A (fabricada por ANELVA Corp.).

A continuación, se aplicó una pasta de óxido de titanio disponible comercialmente (producida por Solaronix S.A., nombre comercial: Ti-Nanoxide D/SP, diámetro de partícula promedio: 13 nm) a las regiones A, D y B del sustrato 10 y las regiones D y D del sustrato 17 usando una placa de serigrafía con una abertura de 5,25 mm X 50 mm y una máquina de serigrafía (LS-150 fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO Co., Ltd.), y se niveló la pasta de óxido de titanio aplicada a temperatura ambiente durante 1 hora, y se secó previamente el recubrimiento resultante a 80°C durante 20 minutos y se coció a 450°C durante 1 hora. Se repitió esta etapa de procedimiento cinco veces y de ese modo se obtuvo una película de óxido de titanio que tenía un grosor de película de 30 µm como capa 12 semiconductor porosa. La medición del grosor de película se realizó con un instrumento SURFCOM 1400A (fabricado por TOKYO SEIMITSU Co., Ltd.).

A continuación, se adsorbió un colorante sobre cada capa 12 semiconductor porosa según el siguiente procedimiento.

En primer lugar, se usó un colorante de sensibilización, colorante Ruthenium 620-1H3TBA (producido por Solaronix S.A.) y se preparó una disolución mixta (concentración del colorante de sensibilización; 4×10^{-4} mol/litro) de este colorante en un disolvente mixto de acetonitrilo (producido por Aldrich Chemical Company) y alcohol t-butílico (producido por Aldrich Chemical Company) en proporciones en volumen de 1:1. A continuación, se sumergió un cuerpo laminado que tenía las capas 12 semiconductoras porosas sobre los sustratos 10, 17 en esta disolución mixta y se dejó reposar a una temperatura de 40°C durante 20 horas. Después, se limpió el cuerpo laminado con etanol (producido por Aldrich Chemical Company) y se secó.

A continuación, como disolución de electrolito de oxidación-reducción, se proporcionó una disolución que se preparó disolviendo DMPH (producido por SHIKOKU CHEMICALS Corp.) con una concentración de 0,6 mol/l, LiI (producido por Aldrich Chemical Company) con una concentración de 0,1 mol/l, TBP (producido por Aldrich Chemical Company) con una concentración de 0,5 mol/l e I_2 (producido por TOKYO CHEMICAL INDUSTRY Co., Ltd.) con una concentración de 0,01 mol/l en acetonitrilo como disolvente.

Posteriormente, se aplicó una resina curable por UV, sin curar, 31X-101 (producida por Three Bond Co., Ltd.) sobre la primera capa 26a aislante respectiva del sustrato 10 usando un dispensador (fabricado por EFD Corporation). En este momento, se ajustaron la velocidad de aplicación y la presión de descarga de tal manera que el grosor de película de una película aplicada era de aproximadamente 45 µm.

A continuación, tras unir dos sustratos entre sí de tal manera que la capa 12 semiconductor porosa de un sustrato 10 ó 17 y la capa 14 de catalizador del otro sustrato 17 ó 10 estaban opuestas entre sí, se unieron dos sustratos 10, 17 mediante la segunda capa 26b aislante a través de la primera capa 26a aislante y la tercera capa 26c aislante y los sustratos respectivos irradiando rayos ultravioleta a la resina sin curar usando una lámpara ultravioleta NOVACURE (fabricada por EFD Corp.) para curar la resina.

Entonces, se preparó un módulo de células solares correspondiente a la figura 4 llenando una disolución de electrolito de oxidación-reducción a través de un hueco entre los dos sustratos anteriores mediante acción capilar, y se selló la parte de llenado con una resina fotosensible o una resina termoendurecible.

Además, se irradió luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante para medir la eficacia de conversión fotoeléctrica. En la tabla 1 se muestra el resultado de la medición. Además, se tomó la eficacia de conversión fotoeléctrica como el valor determinado multiplicando Voc y FF por un valor obtenido dividiendo Isc entre el área de un área de apertura (área que rodea varias tramas exteriores de un dispositivo de conversión fotoeléctrica en un módulo).

Además, tras una medición, se descompuso el módulo de células solares, y se observaron las capas 26a, 26b y 26c aislantes primera, segunda y tercera con un microscopio óptico SZX-12 (fabricado por Olympus Corp.), y por consiguiente se encontró que la segunda capa 26b aislante estaba aplastada tal como se muestra en la figura 10 y el grosor de película de la segunda capa 26b aislante era de 2 µm (en la parte aplastada).

(Ejemplo 2)

Se preparó un módulo de células solares correspondiente a la figura 1 de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto porque la primera capa 16a aislante sólo se formó sobre el sustrato 10 y el grosor de película de la capa 12 semiconductor porosa era de 15 µm y el grosor de película de la primera capa 16a aislante era de aproximadamente 30 µm en el ejemplo 1.

Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

Además, tras la medición, se descompuso el módulo de células solares, y se observaron la primera capa 16a aislante y la segunda capa 16b aislante con un microscopio óptico SZX-12 (fabricado por Olympus Corp.), y por consiguiente se encontró que la segunda capa 16b aislante estaba aplastada tal como se muestra en la figura 9 y el grosor de película de la segunda capa 26b aislante era de $1 \mu\text{m}$ (en la parte aplastada).

(Ejemplo 3)

En el ejemplo 3, se preparó un módulo de células solares de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto por aplicar una pasta de catalizador (nombre comercial: Pt-Catalyst T/SP, producida por Solaronix S.A.), que es un material de una capa de catalizador, usando una máquina de serigrafía (LS-150, fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO Co., Ltd.), y cocer la pasta de catalizador aplicada a 450°C durante 1 hora para formar una capa de catalizador.

Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

15 (Ejemplo 4)

En el ejemplo 4, se preparó un módulo de células solares de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto por ajustar la presión de una máquina de serigrafía de tal manera que los grosores de película de las capas 26a y 26c aislantes primera y tercera eran de aproximadamente $12 \mu\text{m}$.

Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

Además, tras la medición, se descompuso el módulo de células solares y se observaron los grosores de película de las capas aislantes primera, segunda y tercera con un microscopio óptico SZX-12 (fabricado por Olympus Corp.), y por consiguiente se encontró que los grosores de película eran de $11 \mu\text{m}$, $6 \mu\text{m}$ y $12 \mu\text{m}$, respectivamente.

(Ejemplo 5)

25 En el ejemplo 5, se preparó un módulo de células solares de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto por ajustar la densidad de trama de una placa de serigrafía de tal manera que los grosores de película de las capas 26a y 26c aislantes primera y tercera eran de aproximadamente $8 \mu\text{m}$.

Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

30 Además, tras la medición, se descompuso el módulo de células solares y se observaron los grosores de película de las capas aislantes primera, segunda y tercera con un microscopio óptico SZX-12 (fabricado por Olympus Corp.), y por consiguiente se encontró que los grosores de película eran de $8 \mu\text{m}$, $14 \mu\text{m}$ y $9 \mu\text{m}$, respectivamente.

(Ejemplo 6)

35 En el ejemplo 6, se preparó un módulo de células solares de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto por ajustar la densidad de trama de una placa de serigrafía de tal manera que los grosores de película de las capas 26a y 26c aislantes primera y tercera eran de aproximadamente $30 \mu\text{m}$.

Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

40 Además, tras la medición, se descompuso el módulo de células solares y se observaron los grosores de película de las capas aislantes primera, segunda y tercera con un microscopio óptico SZX-12 (fabricado por Olympus Corp.), y por consiguiente se encontró que los grosores de película eran de $28 \mu\text{m}$, $1 \mu\text{m}$ y $27 \mu\text{m}$, respectivamente.

(Ejemplo comparativo 1)

Se preparó un módulo de células solares del ejemplo comparativo 1 de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto porque tras formar la capa 14 de catalizador y la capa 12 semiconductor porosa, se formaron las capas

aislantes primera y tercera y el grosor de película de la capa 12 semiconductor porosa era de 15 μm en el ejemplo 1.

Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

5 (Ejemplo comparativo 2)

Se preparó un módulo de células solares del ejemplo comparativo 2 de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto porque en el ejemplo 1, se formaron la primera capa 26a aislante y la tercera capa 26c aislante, pero en el ejemplo comparativo 2, se aplicó una resina sin curar en un grosor de película aplicado de 40 μm sobre el sustrato sin formar la primera capa aislante y la tercera capa aislante y después se curó la resina sin curar aplicada para formar la segunda capa aislante.

En este caso, hay una parte de la capa semiconductor porosa (película de óxido de titanio) que entra en contacto con el sustrato antes de que la resina sin curar entre en contacto con el sustrato cuando se unieron dos sustratos entre sí, y la resina sin curar aplicada sobre un sustrato no se adhirió al otro sustrato. Por consiguiente, no pudo prepararse un módulo de células solares.

15 (Ejemplo comparativo 3)

En el ejemplo comparativo 3, se preparó un módulo de células solares del ejemplo comparativo 3 de la misma manera que en el ejemplo comparativo 2 excepto por ajustar la velocidad de aplicación y la presión de descarga de tal manera que el grosor de película aplicado era de 140 μm usando un dispensador (fabricado por EFD Corp.). En este caso, una resina sin curar en y alrededor del centro de sustrato penetró entre la capa semiconductor porosa y la capa de catalizador cuando se unieron dos sustratos entre sí.

Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

(Ejemplo comparativo 4)

En el ejemplo comparativo 4, se preparó un módulo de células solares de la misma manera que en el ejemplo comparativo 1 excepto por formar una pasta de catalizador (nombre comercial: Pt-Catalyst T/SP, producida por Solaronix S.A.), que es un material de una capa de catalizador, usando una máquina de serigrafía (LS-150 fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO Co., Ltd.), y cocer la pasta de catalizador aplicada a 450°C durante 1 hora para formar una capa de catalizador.

Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

(Ejemplo comparativo 5)

En el ejemplo comparativo 5, se preparó un módulo de células solares de la misma manera que en el ejemplo comparativo 2 excepto por formar una pasta de catalizador (nombre comercial: Pt-Catalyst T/SP, producida por Solaronix S.A.), que es un material de una capa de catalizador, usando una máquina de serigrafía (LS-150 fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO Co., Ltd.), y cocer la pasta de catalizador aplicada a 450°C durante 1 hora para formar una capa de catalizador.

Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m^2 (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

(Ejemplo 7)

Se formó un módulo de células solares mostrado en la figura 5 según el siguiente procedimiento.

Como par de sustratos 10, 17 conductores, se proporcionaron dos sustratos de vidrio con recubrimiento de SnO_2 producidos por Nippon Sheet Glass Co., Ltd, que tenían un tamaño de 44 mm x 70 mm. Además, como capas 11, 17 conductoras, se empleó óxido de estaño dopado con flúor.

En los sustratos 30, 37 mostrados en las figuras 6(a) y 6(b), se formó una capa de SnO_2 en una conformación de tipo peine endureciendo mediante patrón un paso (la anchura de la región B), en el que se forma un dispositivo de conversión fotoeléctrica unitario, a 8 mm irradiando luz láser (láser de YAG) a la capa de SnO_2 de tal manera que la

anchura de la región A es de 18 mm, la anchura de la región B es de 8 mm y la anchura de la región G es de 10 mm para evaporar el SnO_2 .

5 A continuación, se aplicó una pasta de plata (producida por Noritake Co., Ltd.), que es un material para formar una primera capa 39a conductora de conexión, a lo largo de una línea 21 de trazado sobre las tres capas 31 conductoras de la derecha sobre el sustrato 30 mostrado en la figura 6(a), y se secó previamente la pasta aplicada a 80°C durante 20 minutos y después se coció a 450°C durante 1 hora para formar una primera capa 39a conductora de conexión que tenía un grosor de película de 22 μm y una anchura de 300 μm (véase la figura 5 y la figura 7).

10 A continuación, se aplicaron fritas de vidrio (producidas por Noritake Co., Ltd.) a ambos lados de cada primera capa 39a conductora de conexión usando una máquina de serigrafía (LS-150 fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO Co., Ltd.), y se secaron previamente las fritas de vidrio aplicadas a 100°C durante 10 minutos y después se cocieron a 450°C durante 1 hora para formar una primera capa 36a, 36a aislante que tenía un grosor de película de 21 μm y una anchura de 500 μm (véase la figura 5 y la figura 7).

15 Posteriormente, se formó una capa 32 semiconductora porosa mediante el mismo método que en el ejemplo 1, tal como se muestra en la figura 8(a), sobre una capa 31 conductora del sustrato 30 entre las primeras capas 39a conductoras de conexión.

20 A continuación, se adsorbió un colorante sobre cada capa 32 semiconductora según el siguiente procedimiento. En primer lugar, como colorante de sensibilización, se usó colorante Ruthenium620-1H3TBA (producido por Solaronix S.A.) y se preparó una disolución mixta (concentración del colorante de sensibilización; 4×10^{-4} mol/litro) de este colorante en un disolvente mixto de acetonitrilo y alcohol t-butílico en proporciones en volumen de 1:1. A continuación, se sumergió un cuerpo laminado que tenía las capas 32 semiconductoras porosas formadas sobre el sustrato 30 en esta disolución mixta y se dejó reposar a una temperatura de 40°C durante 20 horas. De ese modo, se adsorbió el colorante de sensibilización sobre el interior de las capas 32 semiconductoras porosas en una cantidad de aproximadamente 7×10^{-8} mol/cm². Entonces, se limpió el cuerpo laminado con etanol (producido por Aldrich Chemical Company) y se secó.

25 A continuación, se formó una película de platino en un grosor de película de aproximadamente 5 nm sobre la capa 38 conductora del sustrato 37 mostrado en la figura 8(b) a una tasa de deposición de 0,1 Å/s como capa de catalizador usando una máquina de deposición de vapor de haz de electrones EVD-500A (fabricada por ANELVA Corp.).

30 Entonces, como disolución de electrolito de oxidación-reducción, se proporcionó una disolución que se preparó disolviendo DMPH con una concentración de 0,6 mol/l, Lil con una concentración de 0,1 mol/l, TBP con una concentración de 0,5 mol/l y I_2 con una concentración de 0,01 mol/l en acetonitrilo como disolvente.

35 A continuación, se aplicó una resina curable por UV, sin curar, 31X-101 (producida por Three Bond Co., Ltd.) sobre la primera capa 36a aislante, y además, se aplicó una pasta de plata conductora (producida por Fujikura Kasei Co., Ltd., nombre comercial: "DOTITE") sobre las primeras capas 39a conductoras de conexión, y se unieron dos sustratos 30, 37 entre sí con la capa 32 semiconductora porosa de un sustrato y la capa 34 de catalizador del otro sustrato opuestas entre sí. Entonces, irradiando rayos ultravioleta a la parte de resina aplicada usando una lámpara ultravioleta y secando la parte de resina aplicada a 120°C durante 10 minutos, se formaron una segunda capa 36b aislante curada y una segunda capa 39b conductora de conexión curada, y de ese modo se fijaron los dos sustratos 30, 37 mediante la capa 36 aislante y la capa 39 conductora de conexión.

40 Entonces, se preparó un módulo de células solares correspondiente a la figura 5 llenando la disolución de electrolito a través de un hueco entre dos sustratos 30 y 37 mediante acción capilar, y aplicando un material curable por UV, 31X-101 (producido por Three Bond Co., Ltd.) a la periferia del hueco, e irradiando rayos ultravioleta al material curable por radiación ultravioleta aplicado.

45 Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m² (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

(Ejemplo comparativo 6)

Se preparó un módulo de células solares del ejemplo comparativo 6 de la misma manera que en el ejemplo 7 excepto porque la primera capa 36a aislante en el ejemplo 7 se formó tras formarse la capa 32 semiconductora porosa, y se omitieron la segunda capa aislante y la segunda capa conductora de conexión en el ejemplo 7.

50 Se midió la eficacia de conversión fotoeléctrica irradiando luz con una intensidad de 1 kW/m² (un simulador solar AM 1.5) al módulo de células solares resultante, y en la tabla 1 se muestra el resultado de la medición.

[Tabla 1]

	Corriente de cortocircuito I _{sc} (mA)	Tensión de circuito abierto V _{oc} (V)	Factor de carga FF	Eficacia de conversión (%)
Ejemplo 1	39,8	3,51	0,59	5,68
Ejemplo 2	39,4	3,52	0,61	5,83
Ejemplo 3	40,8	3,51	0,62	6,12
Ejemplo 4	38,9	3,55	0,63	6,00
Ejemplo 5	38,2	3,41	0,64	5,75
Ejemplo 6	39,1	3,54	0,59	5,63
Ejemplo comparativo 1	38,7	3,51	0,55	5,15
Ejemplo comparativo 2	-	-	-	-
Ejemplo comparativo 3	30,5	2,75	0,45	2,60
Ejemplo comparativo 4	36,5	2,75	0,49	3,39
Ejemplo comparativo 5	30,4	2,70	0,45	2,55
Ejemplo 7	38,8	2,79	0,64	4,78
Ejemplo comparativo 6	36,5	2,75	0,49	3,39
✂ ÁREA DE APERTURA: 14,5 cm ²				

REIVINDICACIONES

1. Módulo de células solares sensibilizadas por colorante que se caracteriza por proporcionar un par de sustratos conductores opuestos en el que al menos uno de los sustratos es transparente y se forma una pluralidad de capas conductoras en paralelo entre sí sobre cada superficie opuesta de los sustratos, se forma una pluralidad de dispositivos de conversión fotoeléctrica adyacentes en un estado de estar conectados eléctricamente en serie entre el par de sustratos conductores, y se forman capas aislantes entre los dispositivos de conversión fotoeléctrica adyacentes, en el que
5 los dispositivos de conversión fotoeléctrica tienen una capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante, una capa de electrolito y una capa de catalizador y la capa aislante tiene una estructura de capas de dos o más capas aislantes apiladas en la dirección del grosor de sustrato, y
10 la capa aislante tiene una estructura de dos capas que consiste en una primera capa aislante para adoptar el papel de controlar sustancialmente un hueco entre los sustratos y una segunda capa aislante para adoptar el papel de unir y fijar sustancialmente un par de los sustratos entre sí, y el grosor de la primera capa aislante es mayor que el grosor de la segunda capa aislante.
2. Módulo de células solares sensibilizadas por colorante según la reivindicación 2, en el que la primera capa aislante está compuesta por un material inorgánico y la segunda capa aislante está compuesta por un material que contiene un compuesto polimérico orgánico.
15
3. Módulo de células solares sensibilizadas por colorante que se caracteriza por proporcionar un par de sustratos conductores opuestos en el que al menos uno de los sustratos es transparente y se forma una pluralidad de capas conductoras en paralelo entre sí sobre cada superficie opuesta de los sustratos, se forma una pluralidad de dispositivos de conversión fotoeléctrica adyacentes en un estado de estar conectados eléctricamente en serie entre el par de sustratos conductores, y se forman capas aislantes entre los dispositivos de conversión fotoeléctrica adyacentes, en el que
20 los dispositivos de conversión fotoeléctrica tienen una capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante, una capa de electrolito y una capa de catalizador y la capa aislante tiene una estructura de capas de dos o más capas aislantes adheridas en la dirección del grosor de sustrato, y
25 la capa aislante tiene una estructura de tres capas que comprende una primera capa aislante, una segunda capa aislante y una tercera capa aislante, la segunda capa aislante está ubicada entre la tercera capa aislante y la primera capa aislante, y el grosor total del grosor de la primera capa aislante y el grosor de la tercera capa aislante es mayor que el grosor de la segunda capa aislante, las capas aislantes primera y tercera adoptan el papel de controlar sustancialmente un hueco entre los sustratos y la segunda capa aislante adopta el papel de unir y fijar sustancialmente un par de los sustratos entre sí.
30
4. Módulo de células solares sensibilizadas por colorante según la reivindicación 3, en el que la primera capa aislante y la tercera capa aislante están compuestas por un material inorgánico y la segunda capa aislante está compuesta por un material que contiene un compuesto polimérico orgánico.
35
5. Módulo de células solares sensibilizadas por colorante según la reivindicación 2 ó 4, en el que el material inorgánico contiene óxido de silicio, el compuesto polimérico orgánico contiene una resina fotosensible o una resina termoendurecible que tiene una temperatura de curado de 200°C o menos.
6. Módulo de células solares sensibilizadas por colorante según la reivindicación 1, en el que un par de las capas aislantes se ubican a lo largo de un dispositivo de conversión fotoeléctrica y otro dispositivo de conversión fotoeléctrica adyacente, respectivamente, y se forma una capa conductora de conexión conectada eléctricamente al par de las capas conductoras mencionadas anteriormente entre el par de las capas aislantes mencionadas anteriormente.
40
7. Módulo de células solares sensibilizadas por colorante según la reivindicación 6, en el que la capa conductora de conexión tiene una estructura de dos capas que consiste en una primera capa conductora de conexión y una segunda capa conductora de conexión, y el grosor de la primera capa conductora de conexión es el grosor de la segunda capa conductora de conexión o más.
45
8. Módulo de células solares sensibilizadas por colorante según la reivindicación 7, en el que la segunda capa conductora de conexión está compuesta por un material conductor que tiene una temperatura de curado de 200°C o menos.
50

9. Método para producir un módulo de células solares sensibilizadas por colorante que se caracteriza porque comprende las etapas de:

5 (A) proporcionar un par de sustratos, en el que al menos uno de los sustratos es transparente y se forma una pluralidad de capas conductoras en paralelo entre sí sobre cada superficie de los sustratos, y formar una pluralidad de capas aislantes en forma de cinta apiladas en la dirección del grosor de sustrato sobre las capas conductoras y sobre la superficie de sustrato de un sustrato o ambos sustratos del par de sustratos; y

(B) formar un dispositivo de conversión fotoeléctrica que tiene una capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante, una capa de electrolito y una capa de catalizador sobre la pluralidad de capas conductoras,

10 en el que la capa aislante tiene una estructura de dos capas que consiste en una primera capa aislante para adoptar el papel de controlar sustancialmente un hueco entre los sustratos y una segunda capa aislante para adoptar el papel de unir y fijar sustancialmente un par de los sustratos entre sí, y el grosor de la primera capa aislante es mayor que el grosor de la segunda capa aislante, y

15 la etapa de formar una primera capa aislante en la etapa (A) mencionada anteriormente se realiza antes o después de la etapa (B).

10. Método para producir un módulo de células solares sensibilizadas por colorante que se caracteriza porque comprende las etapas de:

20 (A) proporcionar un par de sustratos, en el que al menos uno de los sustratos es transparente y se forma una pluralidad de capas conductoras en paralelo entre sí sobre cada superficie de los sustratos, y formar una pluralidad de capas aislantes en forma de cinta apiladas en la dirección del grosor de sustrato sobre las capas conductoras y sobre la superficie de sustrato de un sustrato o ambos sustratos del par de sustratos, y

(B) formar un dispositivo de conversión fotoeléctrica que tiene una capa semiconductor porosa que adsorbe un colorante, una capa de electrolito y una capa de catalizador sobre la pluralidad de capas conductoras,

25 en el que la capa aislante tiene una estructura de tres capas que comprende una primera capa aislante, una segunda capa aislante y una tercera capa aislante, la segunda capa aislante está ubicada entre la tercera capa aislante y la primera capa aislante, y el grosor total del grosor de la primera capa aislante y el grosor de la tercera capa aislante es mayor que el grosor de la segunda capa aislante, las capas aislantes primera y tercera adoptan el papel de controlar sustancialmente un hueco entre los sustratos y la segunda capa aislante adopta el papel de unir y fijar sustancialmente un par de los sustratos entre sí, y

30 la etapa de formar una primera capa aislante en la etapa (A) mencionada anteriormente se realiza antes o después de la etapa (B).

35 11. Método para producir un módulo de células solares sensibilizadas por colorante según la reivindicación 9 ó 10, en el que antes de realizar la etapa (B) mencionada anteriormente, en la primera etapa de formar una capa aislante de la etapa (A), se forma una pluralidad de capas aislantes sobre la capa conductora y la superficie de sustrato de un sustrato o ambos sustratos de un par de sustratos, y entonces en la etapa (B), se realizan la etapa (1) en la que se forman la capa semiconductor porosa y la capa de catalizador entre las capas aislantes sobre las capas conductoras del par de los sustratos, la etapa (2) en la que se adsorbe un colorante sobre la capa semiconductor porosa, la etapa (3) en la que se aplica un material de resina sin curar sobre la capa aislante, la etapa (4) en la que se solapan un par de sustratos uno sobre el otro de tal manera que la capa semiconductor porosa sobre un sustrato y la capa de catalizador sobre el otro sustrato están opuestas entre sí, y se cura el material de resina sin curar para formar una segunda capa aislante, y la etapa (5) en la que se llena una disolución de electrolito entremedias de un par de sustratos para formar una capa de electrolito entre la capa semiconductor porosa y la capa de catalizador.

45 12. Método para producir un módulo de células solares sensibilizadas por colorante según la reivindicación 11, en el que la capa de catalizador se forma mediante un método en el que se aplica una disolución de sol que contiene un material catalizador y entonces se realiza al menos uno de secado y cocido.

50 13. Método para producir un módulo de células solares sensibilizadas por colorante según la reivindicación 9 ó 10, en el que la etapa (A) comprende además una etapa de formar una capa conductora de conexión en forma de cinta sobre una capa conductora de un sustrato, y en la etapa (A), tras la formación de la capa conductora de conexión, se forman capas aislantes adyacentes a ambos lados de cada capa conductora de conexión sobre la capa conductora y sobre la superficie de sustrato antes o después de realizar la etapa (B) mencionada anteriormente, y la

etapa (B) comprende la etapa (1) en la que se forman la capa semiconductor porosa y la capa de catalizador sobre las capas conductoras respectivas del par de los sustratos, la etapa (2) en la que se adsorbe un colorante sobre la capa semiconductor porosa, la etapa (3) en la que se aplica una material de resina sin curar sobre la capa aislante, la etapa (4) en la que se solapan un par de sustratos uno sobre el otro de tal manera que la capa semiconductor porosa sobre un sustrato y la capa de catalizador sobre el otro sustrato están opuestas entre sí, y se cura el material de resina sin curar para formar una segunda capa aislante, y la etapa (5) en la que se llena una disolución de electrolito entremedias de un par de sustratos para formar una capa de electrolito entre la capa semiconductor porosa y la capa de catalizador, y comprende además la etapa de aplicar un material conductor sin curar sobre la capa conductora de conexión inmediatamente antes o después de la etapa (3) y la etapa de curar el material conductor sin curar simultáneamente con, o inmediatamente después de, la etapa (4).

Fig.1

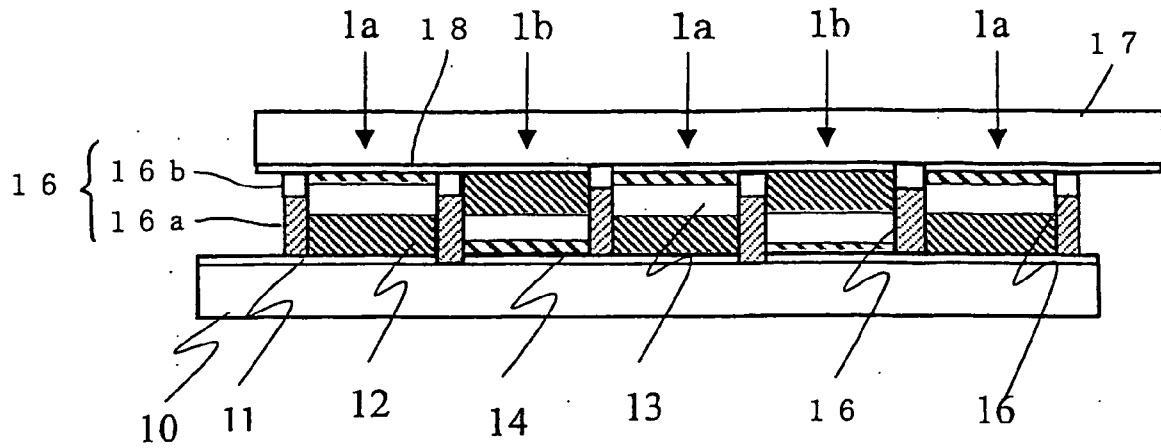


Fig.2(a)

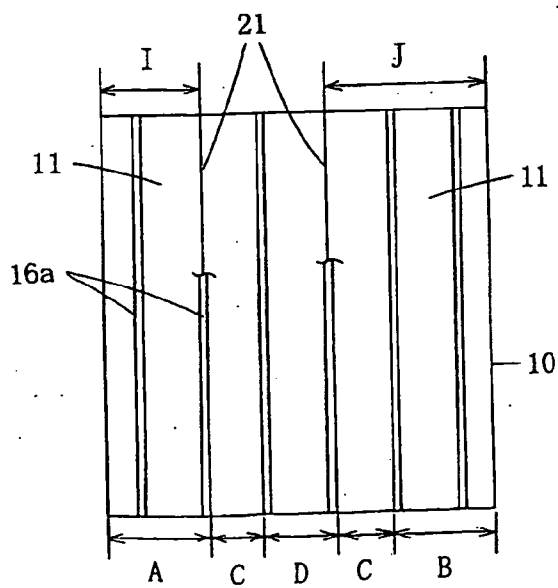


Fig.2(b)

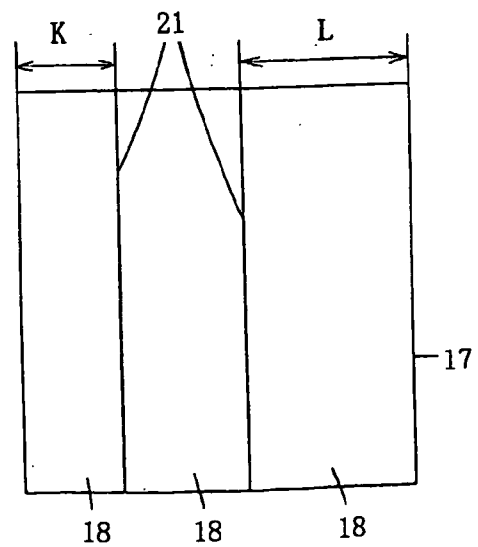


Fig.3(a)

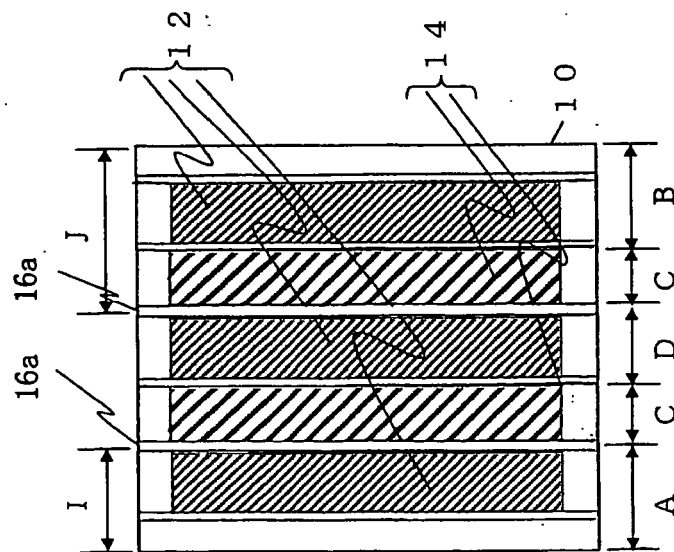


Fig.3(b)

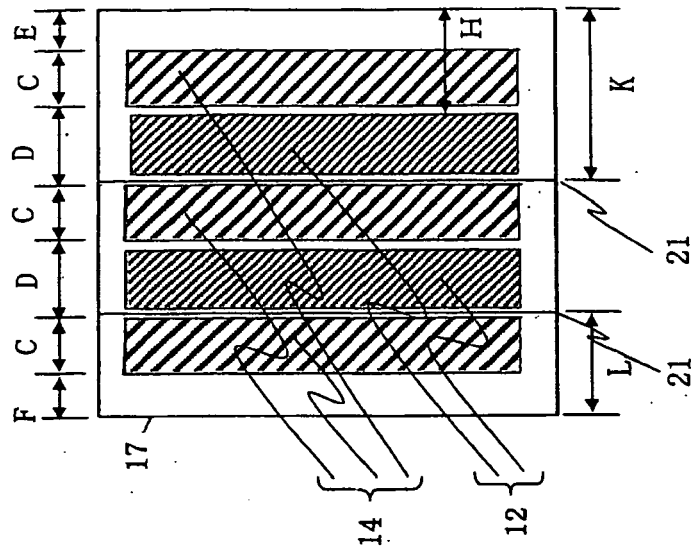


Fig.4

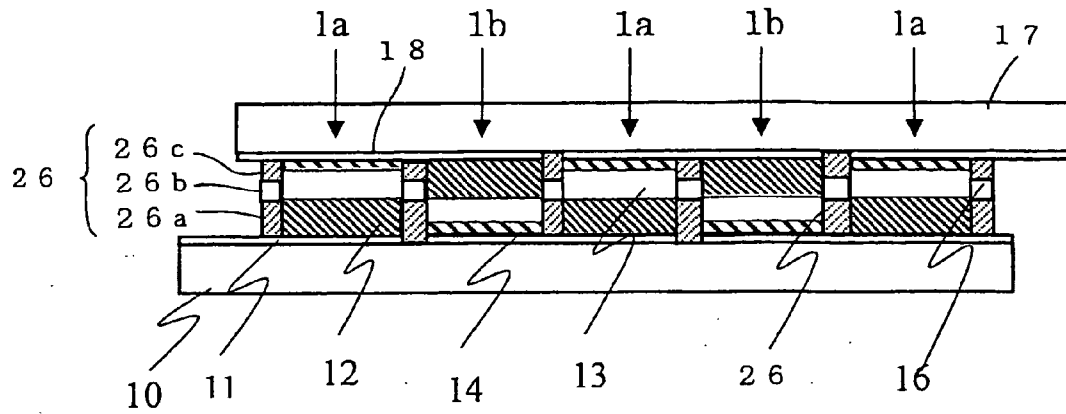


Fig.5

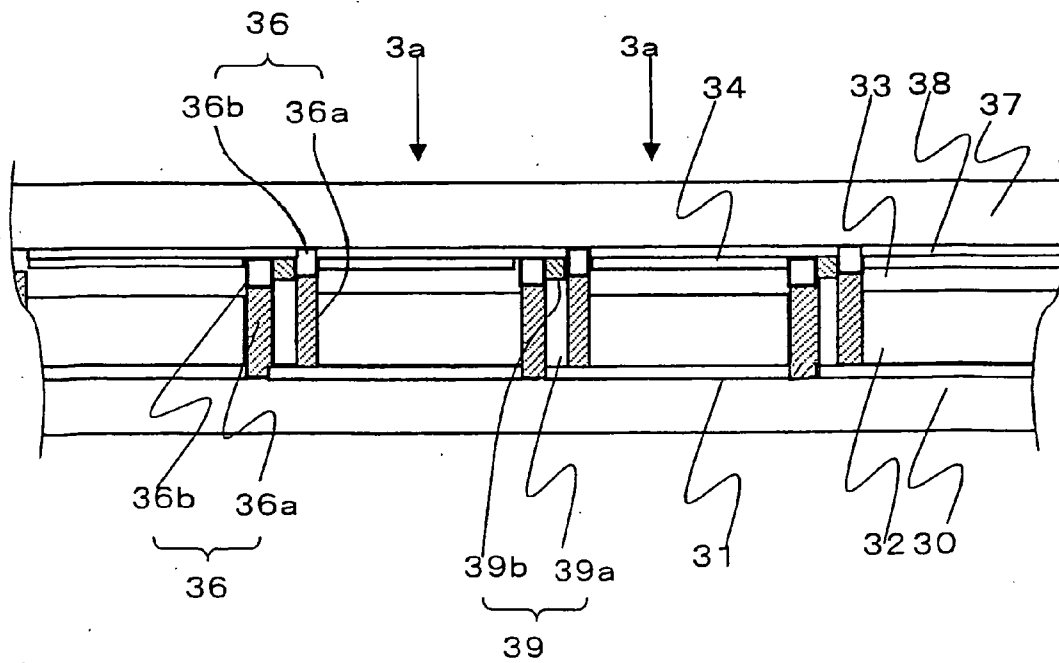


Fig.6(a)

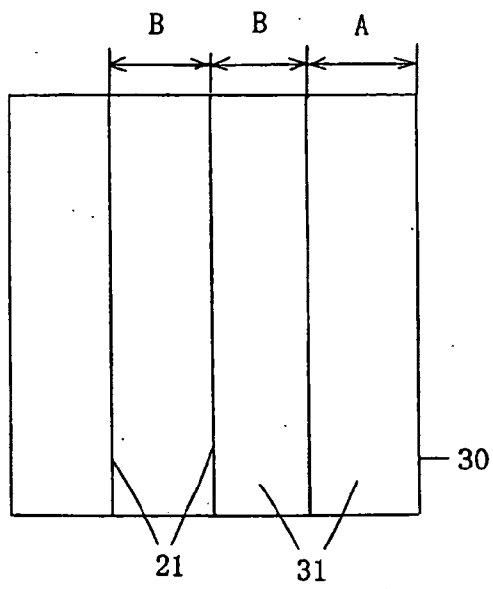


Fig.6(b)

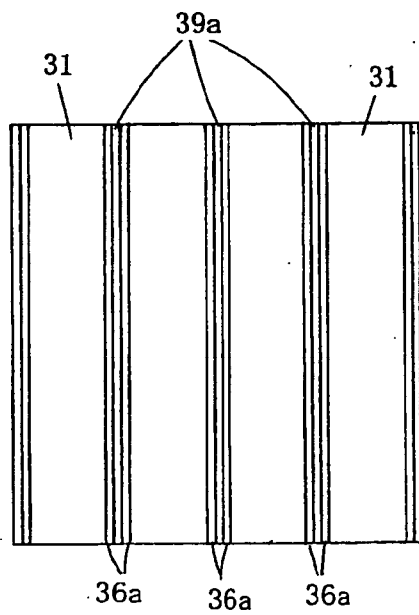
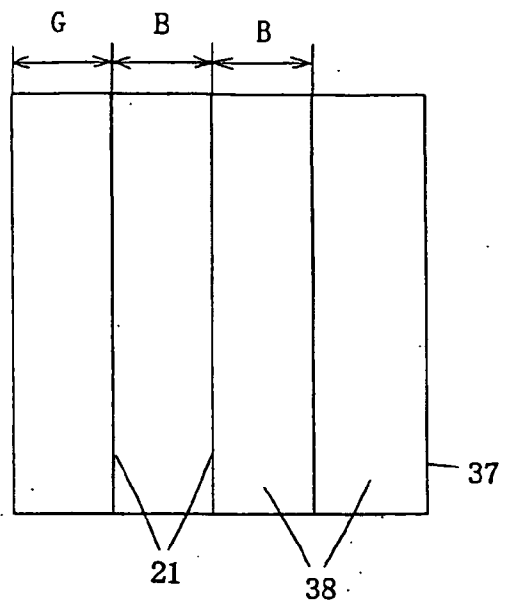


Fig.7

Fig.8(a)

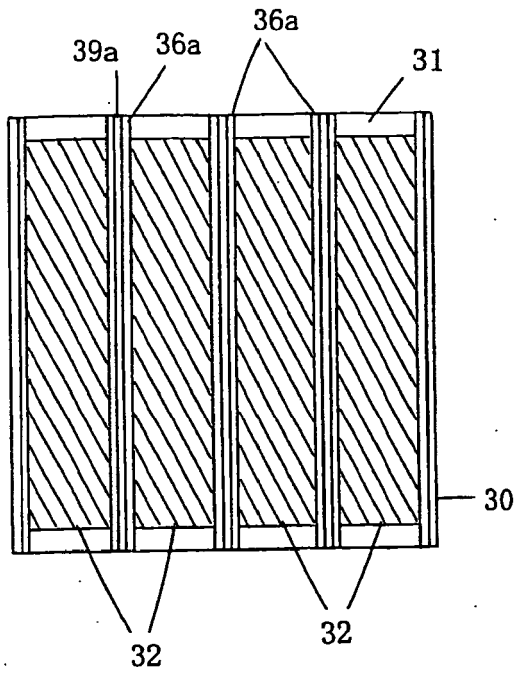


Fig.8(b)

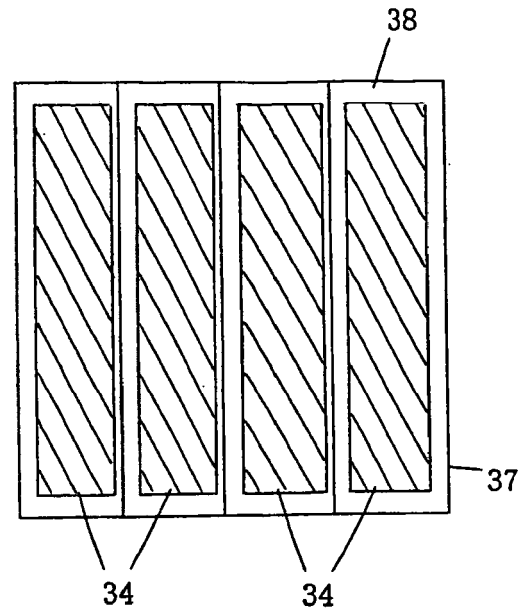


Fig.9

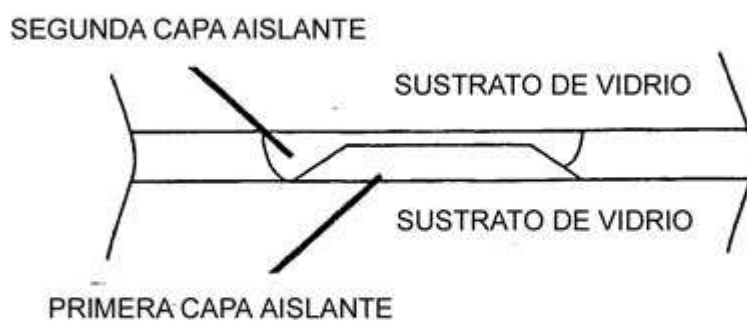


Fig.10

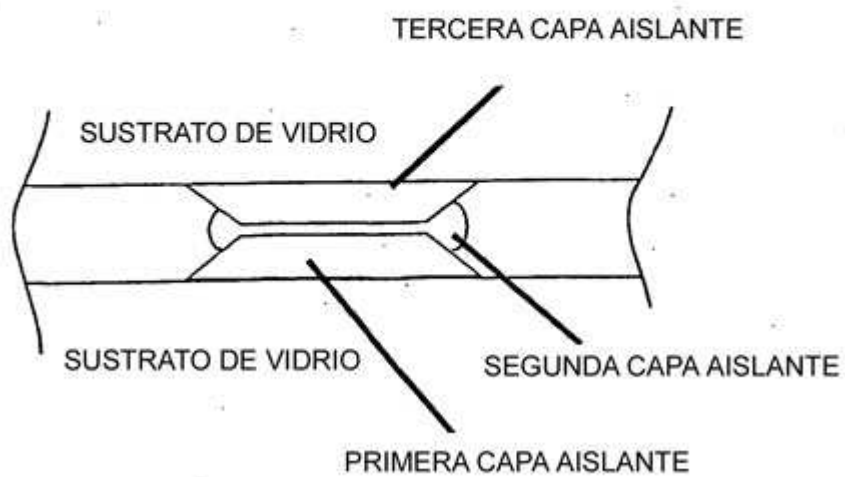


Fig.11
(Técnica anterior)

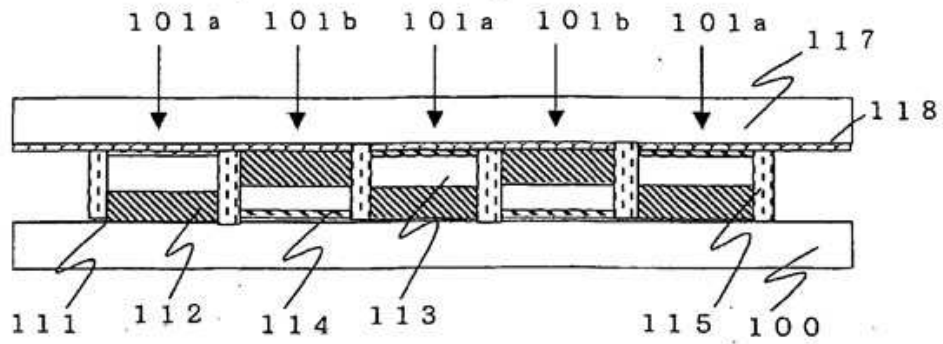


Fig.12
(Técnica anterior)

