

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 205**

51 Int. Cl.:

H01G 9/20 (2006.01)

H01M 14/00 (2006.01)

H01L 31/04 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2008 E 08858526 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2224534**

54 Título: **Módulo de célula solar fotosensibilizada y método para la fabricación del mismo**

30 Prioridad:

12.12.2007 JP 2007321070

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

29.12.2015

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;
FUKE, NOBUHIRO;
YAMANAKA, RYOHSUKE y
HAN, LIYUAN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 555 205 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 célula solar fotosensibilizada y método para la fabricación del mismo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un módulo de célula solar fotosensibilizada y a un método de producción para el mismo.

10 Más específicamente, la presente invención se refiere a un módulo de célula solar fotosensibilizada que contiene células solares fotosensibilizadas con características mejoradas y un peso reducido.

Técnica anterior

15 Una célula solar para convertir la luz del sol en energía eléctrica ha atraído la atención como fuente de energía para reemplazar a los combustibles fósiles. Actualmente, las células solares que usan un sustrato de silicio cristalino y las células solares de silicio de película fina se utilizan en la práctica. Sin embargo, las primeras tienen un problema de que el coste de producción para el sustrato de silicio es alto, mientras que las últimas tienen un problema de que el coste de producción sube por razones de que es necesario usar muchas clases de gases para la producción de semiconductores y dispositivos complicados. De esta manera, se han realizado esfuerzos por reducir el coste para la generación de energía eléctrica producida consiguiendo mayor eficacia en la conversión fotoeléctrica en cualquiera de las células solares, pero los problemas mencionados anteriormente aún no se han resuelto.

20 Se ha propuesto una célula solar húmeda que aplica transferencia de electrones fotoinducida de un complejo metálico como una célula solar de un nuevo tipo (por ejemplo, hágase referencia al Documento de Patente 1).

25 Esta célula solar húmeda tiene una estructura tal que una capa de conversión fotoeléctrica, a la que se proporciona un espectro de absorción en un intervalo de luz visible haciendo que un colorante fotosensibilizado adsorbido, y una capa de electrolito se mantengan entre los electrodos de dos sustratos de vidrio con los electrodos formados sobre las superficies de los mismos. Cuando esta célula solar húmeda se irradia con luz desde un lado del electrodo transparente, se generan electrones en la capa de conversión fotoeléctrica, los electrones generados se mueven desde un electrodo hasta un electrodo opuesto a través de un circuito eléctrico externo y los electrones que se mueven se transportan mediante iones en el electrolito para volver a la capa de conversión fotoeléctrica. Se capta una energía eléctrica por repetición de tal transferencia de electrones.

30 Sin embargo, la estructura básica de la célula solar sensibilizada con colorante descrita en el Documento de Patente 1 es una estructura tal que se inyecta una solución electrolítica entre los electrodos de dos sustratos de vidrio, de manera que es posible la fabricación de ensayo de una célula solar de área pequeña, pero la aplicación a una célula solar de área grande, tal como una que tiene un tamaño de un metro cuadrado, es difícil. Es decir, cuando un área de una célula solar aumenta, la corriente generada aumenta en proporción al área, pero la resistencia en una dirección en el plano del electrodo transparente aumenta y una resistencia eléctrica en serie interna de la célula solar aumenta de acuerdo con la misma. Como resultado, se causa un problema de que un factor de carga (FF) y una corriente de cortocircuito en las características de corriente-tensión durante la conversión fotoeléctrica disminuyen y una eficacia de conversión fotoeléctrica disminuye.

35 Después, para resolver los problemas mencionados anteriormente, se ha propuesto un módulo de célula solar sensibilizada con colorante en el que una pluralidad de las células solares sensibilizadas con colorante se conectan en serie. En este módulo de célula solar sensibilizada con colorante, un electrodo de la célula solar (capa conductora) y un electrodo de la célula solar adyacente (contra electrodo) están conectados eléctricamente (por ejemplo, hágase referencia a los Documentos de Patente 2 a 4).

40 En las células solares sensibilizadas con colorante de los Documentos de Patente 1 a 4, se usa un sustrato de vidrio conductor (CCO) en un lado de incidencia de luz, y se provoca la reflexión y absorción de la luz en el vidrio y la capa conductora transparente, de manera que hay un problema de que se pierde una cantidad de luz incidente en una porción de generación de energía eléctrica. Después, se ha propuesto una célula solar sensibilizada con colorante en la que la cantidad de luz incidente en la porción de generación de energía eléctrica aumenta disponiendo un colector de corriente sobre un lado de la capa de electrolito de una capa semiconductor porosa (por ejemplo, hágase referencia al Documento de Patente 5).

60 Documento de patente 1: Patente Japonesa n.º 2664194
 Documento de patente 2: Publicación de Patente No Examinada Japonesa n.º 11-514787
 Documento de patente 3: Publicación de Patente No Examinada Japonesa n.º 2001-357897
 Documento de patente 4: Publicación de Patente No Examinada Japonesa n.º 2002-367686
 Documento de patente 5: Publicación de Patente No Examinada Japonesa n.º 2003-187883

65

5 El documento US 2006/0289056 A1 se refiere a una célula solar sensibilizada con colorante que incluye un primer sustrato que tiene una propiedad de transmisión de luz, un electrodo semiconductor que contiene un colorante de sensibilización y un intervalo con una primera superficie del mismo orientada hacia el primer sustrato, un primer electrodo colector dispuesto sobre una segunda superficie del electrodo semiconductor, una capa aislante dispuesta en contacto con el primer electrodo colector, una capa de electrodo catalítico dispuesta con una primera superficie del mismo orientada hacia la capa aislante, un segundo sustrato dispuesto sobre una segunda superficie de la capa de electrodo catalítico y un material de electrolito incorporado en el electrodo semiconductor, el primer electrodo colector y la capa aislante.

10 Fuke N. et al. (Japanese Journal of Applied Physics, 2007, pág. L420 - L422) divulgan una estructura para células solares sensibilizadas con colorante en las que el óxido conductor transparente se omite y el cátodo está localizado en el lado opuesto de la superficie de la película de dióxido de titanio del lado de irradiación de luz.

15 Han L. et al. en Photovoltaic Energy Conversion, Conference Record of the 2006 IEEE 4th World Conference, pág. 179 - 182, divulgan células y módulos solares sensibilizados con colorante altamente eficaces.

Divulgación de la invención

20 Problemas que debe resolver la invención

25 En las células solares sensibilizadas con colorante de los Documentos de Patente 1 a 4, se usa la célula solar sensibilizada con colorante que tiene una pérdida de la cantidad de luz incidente por el vidrio y la capa conductora transparente como se ha descrito anteriormente así como un vidrio templado 7 como se muestra en la Figura 7 para mantener la resistencia en el caso de colocar la célula solar sensibilizada con colorante sobre un tejado de una casa normal para colocación en el exterior (para una fuente de energía doméstica).

30 Esta célula solar sensibilizada con colorante tiene una estructura tal que una capa semiconductor porosa 16 con el colorante de sensibilización adsorbido, una capa aislante porosa 14, una capa de catalizador 13, una capa conductora 15 y un miembro de cubierta 19 se laminan en este orden sobre un sustrato de vidrio 11 interponiendo una capa conductora transparente 12, una circunferencia externa del laminado se sella con un miembro de sellado, el interior del laminado se carga con un electrolito, y el vidrio templado 17 se pega sobre un lado de la superficie receptora de luz del sustrato de vidrio 11.

35 En la producción de esta célula solar sensibilizada con colorante, la capa semiconductor porosa 16 y la capa aislante porosa 14 se forman aplicando una temperatura igual a o mayor que la temperatura resistente al calor (300 °C a 400 °C) del vidrio templado 17, de manera que las capas no pueden formarse directamente sobre el vidrio templado 17 y el sustrato de vidrio 11 con una temperatura altamente resistente al calor no puede omitirse. De esta manera, hay un problema de que no solo se provoca la pérdida de luz incidente debido a las dos placas de vidrio del vidrio templado 17 y el sustrato de vidrio 11, sino que también el peso total de la célula solar resulta pesado.

40 Además, en el caso de formar la capa de catalizador 13 por impresión serigráfica, los diámetros de partícula de un material en forma de partículas de la capa aislante porosa 14 y un material en forma de partículas de la capa de catalizador 13 tienen que ajustarse para evitar que el material en forma de partículas de la capa de catalizador 13 penetre en la capa aislante porosa 14 para fijarse a la capa semiconductor porosa 16.

45 La célula solar sensibilizada con colorante del Documento de Patente 5 tiene el problema mencionado anteriormente de que es necesario colocar un vidrio templado sobre el sustrato transparente en el caso de colocar la célula solar en el exterior por la razón de que la capa semiconductor porosa se lamina sobre el sustrato transparente, y el proceso de producción se hace complicado por la razón de que el lado de la capa semiconductor porosa y el lado de la capa de catalizador se forman en sustratos diferentes y se pegan juntos para la producción.

50 La transmitancia de luz del sustrato de vidrio conductor (TCO) usado en los Documentos de Patente 1 a 4 en el lado de incidencia de luz está en un lado de longitud de onda mayor que 300 nm y, por lo tanto, en el caso de usar un elemento de fotosensibilización (punto cuántico) de un material inorgánico, y un problema de que la transmitancia de luz es pequeña a una longitud de onda de absorción de luz del punto cuántico de 250 nm a 300 nm, de manera que una acción de fotosensibilización del material inorgánico no se utiliza eficazmente.

60 La presente invención se ha realizado en vista de los problemas mencionados anteriormente, y se pretende proporcionar un módulo de célula solar fotosensibilizada que contiene células solares fotosensibilizadas, que pueden colocarse en el exterior, son de peso reducido y características mejoradas y pueden producirse fácilmente, y un método de producción del mismo.

Esto se consigue mediante la materia objeto de las reivindicaciones independientes.

65 La presente invención produce los siguientes efectos:

(1) Una película conductora transparente no existe sobre el lado de la superficie receptora de luz de la capa semiconductor porosa como un elemento de generación eléctrico, de manera que no se provoca pérdida de incidencia de luz debido a la película conductora transparente y la corriente de cortocircuito aumenta para mejorar la eficacia de conversión. En particular, en el caso de usar un elemento de fotosensibilización (punto cuántico) de un material inorgánico que contiene al menos uno de Cd, Pb, Sb, In, Ga, S, Se y As, la longitud de onda de absorción de luz del punto cuántico es de 250 nm a 300 nm, de manera que la corriente del cortocircuito mejora en gran medida en comparación con el caso de usar el sustrato de vidrio conductor (TCO) para transmitir la luz sobre el lado de longitud de onda más larga de 300 nm.

(2) El elemento se forma sobre el sustrato en un lado de la superficie no receptora de luz en la estructura de la presente invención, de manera que pueden usarse diversos materiales para el miembro de cubierta translúcida en el lado de la superficie receptora de luz. Por lo tanto, en el caso de colocar la célula solar fotosensibilizada (o el módulo para la misma) sobre el tejado de una casa normal para colocación en el exterior (para una fuente de alimentación doméstica), puede usarse vidrio templado como el miembro de cubierta translúcida. Por consiguiente, a diferencia de lo que se muestra en la estructura convencional (hágase referencia a la Figura 7), no es necesario colocar el vidrio templado por separado sobre el lado de la superficie receptora de luz del sustrato para formar el elemento, de manera que no se provoca pérdida de incidencia de luz debido a los dos sustratos de vidrio y la corriente de cortocircuito aumenta más para permitir una reducción en el peso y una reducción en los costes para la célula solar fotosensibilizada (o el módulo de la misma).

(3) En la estructura convencional (hágase referencia a la Figura 7), la capa de catalizador se forma sobre la capa aislante porosa, de manera que tienen que tomarse medidas para evitar que el material catalítico se fije a la capa semiconductor porosa; sin embargo, el material catalítico se forma directamente sobre el sustrato conductor en la estructura de la presente invención (hágase referencia a la Figura 4), de manera que puede usarse cualquier material catalítico siempre y cuando se una al sustrato conductor.

(4) Puede usarse un sustrato obtenido formando una película metálica que no presenta corrosividad a una solución electrolítica, tal como una preparada de titanio, níquel o tantalio sobre un sustrato aislante barato (tal como un sustrato cerámico) como el sustrato conductor en lugar del vidrio FTO caro, con una película conductora transparente formada sobre un sustrato de vidrio, de manera que puede pretenderse una reducción adicional en los costes para la célula solar fotosensibilizada (o el módulo de la misma).

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en sección transversal esquemática que muestra la estructura 1-1 de la célula solar fotosensibilizada.

La Figura 2 es una vista en sección transversal esquemática que muestra un módulo de célula solar en el que una pluralidad de células solares de la estructura 1-1 están conectadas eléctricamente en serie.

La Figura 3 es una vista en sección transversal esquemática que muestra una porción de conexión de dos células solares en el módulo de célula solar de la Figura 2.

La Figura 4 es una vista en sección transversal esquemática que muestra la realización 2-1 de la célula solar fotosensibilizada de la presente invención.

La Figura 5 es una vista en sección transversal esquemática que muestra un módulo de célula solar en el que una pluralidad de las células solares de la realización 2-1 están conectadas eléctricamente en serie.

La Figura 6 es una vista en sección transversal esquemática que muestra una porción de conexión de dos células solares en el módulo de célula solar de la Figura 5.

La Figura 7 es una vista en sección transversal esquemática que muestra una célula solar fotosensibilizada convencional.

La Figura 8 es una vista en sección transversal esquemática que muestra un módulo de célula solar en el que una pluralidad de células solares convencionales están conectadas eléctricamente en serie.

La Figura 9 es una vista en sección transversal esquemática que muestra una porción de conexión de dos células solares en el módulo de célula solar de la Figura 8.

Descripción de los números de referencia

- 1 sustrato
- 2 primera capa conductora
- 2a electrodo de extracción
- 3 capa de catalizador
- 4 capa aislante porosa
- 5 segunda capa conductora
- 6 capa semiconductor porosa
- 7 miembro de cubierta translúcida (vidrio templado)
- 8 miembro de sellado (capa aislante entre células)
- A sustrato conductor

Mejor modo para realizar la invención

5 En la célula solar fotosensibilizada usada en el módulo de la presente invención al menos una capa de catalizador, una capa aislante porosa que contiene internamente un electrolito, una capa semiconductor porosa con un fotosensibilizador adsorbido sobre la misma, que contiene internamente el electrolito y un miembro de cubierta translúcida se laminan en este orden sobre un sustrato conductor.

10 Es decir, esta célula solar fotosensibilizada está caracterizada principalmente por no contener una capa conductora transparente sobre el lado de la superficie receptora de luz de la capa semiconductor porosa.

15 En la célula solar fotosensibilizada que no tiene una capa conductora entre la capa aislante porosa y la capa semiconductor porosa, la capa semiconductor porosa sirve como el electrodo negativo y el sustrato conductor sirve como el electrodo positivo. Esta estructura puede aplicarse en un caso donde la resistencia eléctrica de la capa semiconductor porosa sea baja o la longitud de la capa semiconductor porosa en la dirección de una conexión en serie de las células solares sea corta.

20 Las estructuras y realizaciones de los dos tipos mencionados anteriormente de células solares fotosensibilizadas y el módulo de célula solar fotosensibilizada que usa la célula solar fotosensibilizada de cada tipo se describen a continuación en este documento con referencia a los dibujos. Las siguientes realizaciones son ejemplos y pueden realizarse diversas realizaciones dentro del alcance de la presente invención.

(Estructura 1-1 que representa la técnica anterior para comprender la invención)

25 La Figura 1 es una vista en sección transversal esquemática que muestra la estructura 1-1 de la célula solar fotosensibilizada de la presente invención. Esta célula solar fotosensibilizada de la estructura 1-1 (ocasionalmente abreviada como célula solar en lo sucesivo en este documento) es de un tipo que tiene una capa conductora 5 entre una capa aislante porosa 4 y una capa semiconductor porosa 6.

30 Más específicamente, esta célula solar está provista de un sustrato conductor A en el que una capa conductora 2 (denominada, en lo sucesivo en este documento, primera capa conductora 2) se forma sobre un sustrato 1, y una capa de catalizador 3, la capa aislante porosa 4, la capa conductora 5 (denominada, en lo sucesivo en este documento, segunda capa conductora 5), la capa semiconductor porosa 6 con fotosensibilizador adsorbido sobre la misma y un miembro de cubierta translúcida 7, que se forman secuencialmente sobre la primera capa conductora 2, y la capa aislante porosa 4 y la capa semiconductor porosa 6 contienen un electrolito. Se proporciona un miembro de sellado 8 sobre la circunferencia externa entre el sustrato conductor A y el miembro de cubierta translúcida 7.

40 La primera capa conductora 2 tiene una línea de rayado 10 con una parte de la misma retirada en una región interior en la proximidad del miembro de sellado 8. Por consiguiente, la primera capa conductora 2 está dividida en una amplia porción como una región para formar una célula solar y una porción estrecha, interponiéndose la línea de rayado 10 entre ellas. Esta porción ancha expuesta de forma externa en la primera capa conductora y la porción estrecha expuesta de forma externa en la primera capa conductora están conectadas eléctricamente a un circuito externo.

45 La capa aislante porosa 4 se forma desde arriba de la capa de catalizador 3 sobre una cara inferior de la línea de rayado (superficie del sustrato 1). Además, la segunda capa conductora 5 se forma desde arriba de la capa aislante porosa 4 sobre la primera capa conductora estrecha. La primera capa conductora estrecha está conectada eléctricamente a la segunda capa conductora 5 y se considera como un electrodo de extracción 2 de la segunda capa conductora 5.

50 Cada componente de las células solares mostradas en las Figuras 1 a 9 no necesariamente se muestra mediante un factor de escala absoluta o relativa.

55 En esta célula solar de la estructura 1-1, una superficie del miembro de cubierta translúcida 7 sirve como la superficie receptora de luz, la segunda capa conductora 5 sirve como el electrodo negativo y la primera capa conductora 2 sirve como el electrodo positivo. Cuando la superficie receptora de luz del miembro de cubierta translúcida 7 se irradia con luz, se generan electrones en la capa semiconductor porosa 6, los electrones generados se mueven desde la capa semiconductor porosa 6 hasta la segunda capa conductora 5, y los electrones se mueven desde un electrodo de extracción 2a hasta la primera capa conductora 2 a través del circuito externo y se transportan mediante los iones en el electrolito en la capa aislante porosa 4 a través de la capa de catalizador 3 para moverse a la segunda capa conductora 5.

60 Esta célula solar puede producirse por un método para producir una célula solar fotosensibilizada que incluye la etapa (1) de laminar la capa de catalizador 3, la capa aislante porosa 4, la segunda capa conductora 5 y la capa semiconductor porosa 6 con el fotosensibilizador adsorbido en la misma sobre el sustrato conductor, en este orden, la etapa (2) de cubrir una superficie de la capa semiconductor porosa 6 con el miembro de cubierta translúcida 7 y sellar una circunferencia externa entre el sustrato conductor y el miembro de cubierta translúcida 7 con el miembro

de sellado 8, y la etapa (3) de inyectar el electrolito en una región interior entre el sustrato conductor y el miembro de cubierta translúcida 7 para impregnar el electrolito en la capa semiconductor porosa 6 y la capa aislante porosa 4. En un caso de que la segunda capa conductora 5 sea una película densa, se forman múltiples poros pequeños en la segunda capa conductora 5 sobre la capa aislante porosa 4 antes de formar la capa semiconductor porosa 6 en la etapa (1).

A continuación, se describe cada componente de esta célula solar.

(Sustrato)

El sustrato 1 no está particularmente limitado siempre y cuando pueda soportar la célula solar; los ejemplos del mismo incluyen sustratos fabricados de vidrio tales como un vidrio flotado de sosa-caliza, un vidrio de cuarzo o vidrio de borosilicato y cerámicos.

El espesor del sustrato 1 no está particularmente limitado, sino que es de aproximadamente 0,5 a 8 mm.

(Primera capa conductora)

La primera capa conductora 2 no está particularmente limitada siempre y cuando tenga conductividad eléctrica y puede tener o no translucencia.

Los ejemplos del material que constituye la primera capa conductora translúcida 2 incluyen un óxido complejo de indio-estaño (ITO), óxido de estaño (SnO_2), óxido de estaño dopado con flúor (FTO) y óxido de cinc (ZnO).

La primera capa conductora translúcida 2 puede formarse sobre el sustrato 1 por un método conocido, tal como un método de bombardeo o método de pulverización, y también es posible usar un producto comercial del sustrato conductor en el que se lamina FTO como la capa conductora transparente sobre el vidrio flotado de sosa-cal como el sustrato 1.

Además, la primera capa conductora 2 puede ser una película metálica que no presenta corrosividad para una solución electrolítica, tal como una preparada de titanio, níquel o tantalio, y puede formarse sobre el sustrato 1 por un método conocido, tal como un método de bombardeo o un método de evaporación.

El espesor de película de esta primera capa conductora 2 es apropiadamente de 0,02 a 5 μm . Cuanto menor es la resistencia de la película de la misma, mejor es, y la resistencia de película es particularmente preferentemente de 40 $\Omega/\text{cuadrado}$ o menor.

(Capa de catalizador)

El material que compone la capa de catalizador 3 no está particularmente limitado siempre y cuando se use de forma general para el material de conversión fotoeléctrica en este campo. Los ejemplos de este material incluyen platino, negro de humo, negro de ketjen, un nanotubo de carbono y fullereno.

Por ejemplo, en el caso de usar platino, la capa de catalizador 3 puede formarse sobre la primera capa conductora 2 por métodos conocidos tal como el método de bombardeo, pirólisis de cloruro platínico y electrodeposición. El espesor de película de la misma es apropiadamente de aproximadamente 0,05 nm a 1.000 nm, por ejemplo.

En el caso de usar carbono, tal como negro de humo, negro de ketjen, un nanotubo de carbono o fullereno, el carbono dispersado en un disolvente en una forma de pasta puede aplicarse a la primera capa conductora 2 mediante un método de impresión serigráfica o similar para formar la capa de catalizador 3.

La forma de la capa de catalizador 3 no está particularmente limitada y la capa de catalizador 3 puede hacerse en una forma pelicular densa, una forma pelicular porosa o una forma de agrupación.

(Capa aislante porosa)

La capa aislante porosa es necesaria para el lado de la superficie no receptora de luz en el caso de formar la célula solar fotosensibilizada de cada tipo. La capa aislante porosa 4 es una capa que tiene una función de aislar eléctricamente la capa semiconductor porosa 6 y la capa de catalizador 3, y se forma sobre la capa de catalizador 3 en el lado de la superficie no receptora de luz de la capa semiconductor porosa 6.

Los ejemplos de material que componen la capa aislante porosa 4 incluyen óxido de niobio, óxido de zirconio, óxido de silicio (vidrio de sílice o vidrio de sosa), óxido de aluminio y titanato de bario; una clase o dos o más clases de estos materiales pueden usarse selectivamente. Pueden usarse el óxido de titanio y el óxido de titanio de tipo rutilo con un diámetro de partícula de 100 nm a 500 nm. Estos materiales están preferentemente en forma de partículas y tienen un diámetro de partícula promedio de los mismos de 5 a 500 nm, preferentemente de 10 a 300 nm.

(Método para formar una capa aislante porosa)

La capa aislante porosa 4 puede formarse de la misma manera que para la capa semiconductor porosa 6 que se describirá posteriormente. Es decir, las partículas finas para formar la capa aislante porosa 4 se dispersan en un disolvente apropiado y un compuesto polimérico tal como etilcelulosa o polietilenglicol (PEG) se mezcla adicionalmente en la misma para obtener una pasta. La pasta se aplica a la capa semiconductor porosa, se seca y se calcina para obtener de esta manera la capa aislante porosa.

(Segunda capa conductora)

La segunda capa conductora 5 se dispone entre la capa semiconductor porosa 6 y la capa aislante porosa 4 en un caso donde el valor de la resistencia eléctrica de la capa semiconductor porosa 6 es grande.

Los ejemplos del material que constituye la segunda capa conductora 5 incluyen un óxido complejo de indio-estaño (ITO), óxido de estaño (SnO_2), óxido de estaño dopado con flúor (FTO), óxido de cinc (ZnO), titanio, níquel y tantalio.

La segunda capa conductora 5 puede formarse sobre la capa aislante porosa 4 por un método conocido, tal como un método de bombardeo, un método de pulverización o un método de evaporación. El espesor de película de la segunda capa conductora 5 es apropiadamente de aproximadamente 0,002 a 5 μm , y cuanto menor sea la resistencia de película de la misma, mejor será, y la resistencia de película es particularmente preferentemente de 40 $\Omega/\text{cuadrado}$ o menor.

En un caso donde la segunda capa conductora 5 tiene una estructura densa, se forman múltiples pequeños poros para permitir que el electrolito se mueva entre la capa aislante porosa 4 y la capa semiconductor porosa 6 (trayectoria de la solución electrolítica), preferentemente en la segunda capa conductora 5. Estos pequeños poros pueden formarse por contacto físico o procesamiento láser. El tamaño de los pequeños poros preferentemente es de aproximadamente 0,1 μm a 100 μm , más preferentemente de aproximadamente 1 μm a 50 μm . El intervalo entre los pequeños poros preferentemente es de aproximadamente 1 μm a 200 μm , más preferentemente de aproximadamente 10 μm a 300 μm .

Cuanto más densa sea la segunda capa conductora 5 (más pequeña es la porosidad), más monótonamente se deteriorarán el factor de forma y el rendimiento de la célula solar, de manera que pueden formarse pequeños poros en un caso donde no se obtenga el rendimiento deseado.

(Capa semiconductor porosa)

El material que constituye la capa semiconductor porosa 6 no está particularmente limitado siempre y cuando se use de forma general para el material de conversión fotoeléctrica en este campo. Los ejemplos de este material incluyen compuestos semiconductores tales como óxido de titanio, óxido de cinc, óxido de estaño, óxido de hierro, óxido de niobio, óxido cérico, óxido túngstico, 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 y combinaciones de los mismos. Entre estos, el óxido de titanio es particularmente preferible en vista de su estabilidad y seguridad.

Los ejemplos de óxido de titanio para el material para formar la capa semiconductor porosa incluyen diversas clases de óxido de titanio, en un sentido estrecho, tal como óxido de titanio de tipo anatasa, óxido de titanio de tipo rutilo, óxido de titanio amorfo, ácido metatitánico y ácido ortotitánico, hidróxido de titanio y óxido de titanio hídrico y estos compuestos pueden usarse individualmente o en forma de una mezcla. El óxido de titanio cristalino de dos clases de tipo anatasa y de tipo rutilo puede estar en cualquier forma, dependiendo del método de producción y del historial térmico del mismo, y aun así el tipo anatasa es más común. Con respecto a la fotosensibilización, el óxido de titanio cristalino con un alto contenido de tipo anatasa, tal como 80% o mayor, es particularmente preferible.

La forma de la capa semiconductor porosa 6 puede ser un único cristal o un policristal; aun así, el policristal es preferible en vista de su estabilidad, dificultad del crecimiento del cristal y costes de producción, y la forma de las partículas finas policristalinas finamente pulverizadas (de nano a microescala) es particularmente preferible.

Pueden usarse partículas con tamaños de partículas de dos o más clases compuestas del mismo o diferentes compuestos semiconductores en forma de una mezcla como las partículas de material para formar la capa semiconductor porosa 6. Se concibe que las partículas con un tamaño de partícula más grande dispersan la luz incidente para contribuir a una mejora en la tasa de captura de luz, mientras que las partículas con un tamaño de partícula más pequeño aumentan en los sitios de adsorción para contribuir a una mejora en la cantidad de adsorción de un colorante.

La relación de diámetros de partícula promedio de diferentes tamaños de partícula preferentemente es de diez veces o mayor; el diámetro de partícula promedio de las partículas con un tamaño de partícula más grande es apropiadamente de 100 a 500 nm mientras que el diámetro de partícula promedio de las partículas con un tamaño de partícula pequeño apropiadamente es de aproximadamente 5 nm a 50 nm. En el caso de partículas mixtas

compuestas de diferentes compuestos semiconductores, es eficaz usar un compuesto semiconductor que presente una fuerte función de adsorción como las partículas con un tamaño de partícula pequeño.

5 Las partículas finas semiconductoras de óxido de titanio más preferibles pueden producirse por métodos conocidos descritos en diversas clases de documentos, tal como un método en fase gas y un método en fase líquida (un método de síntesis hidrotérmica o un método con ácido sulfúrico). Los ejemplos de los métodos incluyen un método para obtener un cloruro desarrollado por Degussa AG por hidrólisis a alta temperatura.

10 (Método para formar una capa semiconductor porosa)

10 El método para formar la capa semiconductor porosa 6 sobre la segunda capa conductora 5 no está particularmente limitado y los ejemplos del mismo incluyen métodos conocidos. Los ejemplos específicos del mismo incluyen un método para aplicar una suspensión que contiene partículas semiconductoras a la segunda capa conductora 5 y realizar al menos uno de secado y calcinación.

15 En este método, las partículas finas semiconductoras se suspenden en primer lugar en un disolvente apropiado para obtener una suspensión. Los ejemplos de este disolvente incluyen disolventes basados en 1,2-metoxietano, tal como monometil éter de etilenglicol, alcoholes tales como alcohol isopropílico, disolventes mixtos basados en alcohol tales como alcohol isopropílico/tolueno y agua. Puede usarse una pasta de óxido de titanio comercial (tal como Titanóxido D, T/SP, o D/SP, fabricada por Solaronix SA) en lugar de esta suspensión.

20 Posteriormente, la suspensión obtenida se aplica a la segunda capa conductora 5 por un método conocido, tal como un método con rasqueta, un método de estrujado, un método de recubrimiento por centrifugación o un método de impresión serigráfica y se realiza al menos uno de secado y calcinación para formar la capa semiconductor porosa 6.

25 La temperatura, el tiempo y la atmósfera necesarios para el secado y calcinación pueden determinarse apropiadamente de acuerdo con las clases del material para formar la segunda capa conductora 5 y las partículas semiconductoras para formar la capa semiconductor porosa 6; por ejemplo, en una atmósfera de aire o una atmósfera de gas inerte, a una temperatura de un intervalo de aproximadamente 50 a 800 °C y durante un tiempo de aproximadamente 10 segundos a 12 horas. El secado y calcinación pueden realizarse una vez a una única temperatura o dos o más veces a diferentes temperaturas.

30 La capa semiconductor porosa 6 puede estar compuesta de varias capas, en cuyo caso una etapa en la que las suspensiones de diferentes partículas semiconductoras se preparan y aplican y se someten al menos a uno de secado y calcinación puede repetirse dos o más veces.

35 El espesor de película de la capa semiconductor porosa 6 no está particularmente limitado, sino que es apropiadamente aproximadamente de 0,1 a 100 µm, por ejemplo. La capa semiconductor porosa 6 preferentemente es de gran área superficial, que es preferentemente de aproximadamente 10 a 200 m²/g, por ejemplo.

40 Después de formar la capa semiconductor porosa 6, con el fin de mejorar la conexión eléctrica entre las partículas finas semiconductoras, un aumento en el área superficial de la capa semiconductor porosa 6 y una disminución en el nivel de defectos en las partículas finas semiconductoras, la capa semiconductor porosa 6 puede tratarse con una solución acuosa de tetracloruro de titanio en el caso donde la capa 6 sea una película de óxido de titanio, por ejemplo.

45 (Fotosensibilizador)

50 Los ejemplos del fotosensibilizador adsorbido sobre la capa semiconductor porosa 6 incluyen colorantes de sensibilización tales como diversas clases de colorantes orgánicos que tienen absorción en un intervalo de luz visible y un intervalo de rayos infrarrojos, y colorantes complejos metálicos y materiales inorgánicos que constituyen el elemento de fotosensibilización que se describirán posteriormente (ocasionalmente denominados punto cuántico en lo sucesivo en este documento); estos pueden usarse individualmente o dos o más clases de ellos pueden usarse selectivamente juntos.

<Colorante orgánico>

60 Los ejemplos de los colorantes orgánicos incluyen colorantes azo, colorantes de quinona, colorantes de quinonaimina, colorantes de quinacridona, colorantes de escuarillo, 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. Un coeficiente de absorbanza de un colorante orgánico generalmente es alto en comparación con el de un colorante complejo metálico que tiene morfología de enlace de coordinación de una molécula a un metal de transición.

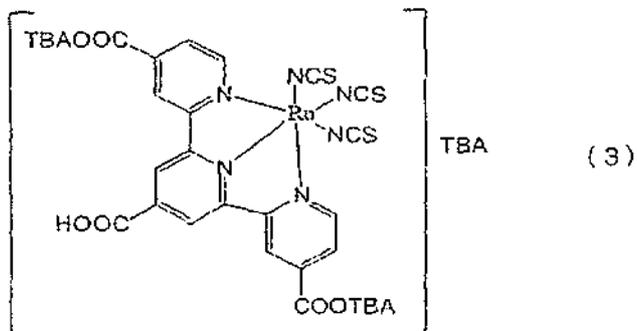
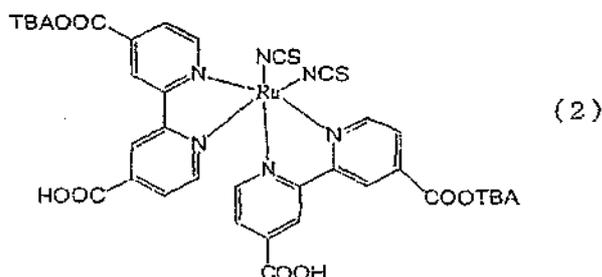
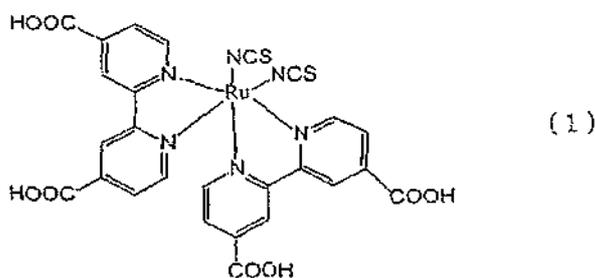
65

<Colorante complejo metálico>

Los ejemplos de los colorantes complejos metálicos incluyen aquellos que tienen morfología de enlace de coordinación de moléculas a metales tales como Cu, Ni, Fe, Co, V, Sn, Si, Ti, Ge, Cr, Zn, Ru, Mg, Al, Pb, Mn, In, 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 o Rh; entre estos, un colorante de tipo ftalocianina y un colorante de tipo rutenio son preferibles, y un colorante complejo metálico de tipo rutenio es particularmente preferible.

En particular, los colorantes complejos metálicos de tipo rutenio representados por las siguientes fórmulas (1) a (3) son particularmente preferibles, y los ejemplos del colorante complejo metálico de tipo rutenio comercial incluyen los nombres comerciales colorante de Rutenio 535, colorante de Rutenio 535-bis TBA y colorante de Rutenio 620-1H3TBA fabricado por Solaronix SA.

[Producto químico 1]



Adicionalmente, para adsorber firmemente un colorante sobre la capa semiconductor porosa 6, es preferible que el colorante tenga un grupo de interbloqueo tal como un grupo carboxilo, un grupo alcoxi, un grupo hidroxilo, un grupo ácido sulfónico, un grupo éster, un grupo mercapto y un grupo fosfonilo y similares. En general, los grupos de interbloqueo que intervienen en la fijación del colorante en la capa semiconductor porosa 6 se proporcionan en una conexión eléctrica para facilitar el movimiento de los electrones entre el colorante en un estado excitado y una banda de conducción del semiconductor.

(Método de adsorción de colorante)

5 Los ejemplos típicos de un método de adsorción de colorantes sobre la capa semiconductor porosa 6 incluyen un método de sumergir un laminado, en el que la capa de catalizador 3, la capa aislante porosa 4, la segunda capa conductora 5 y la capa semiconductor porosa 6 se forman sobre el sustrato conductor, en una solución con el colorante disuelto en su interior (solución de adsorción de colorante). En esta ocasión, la solución de adsorción de colorante puede calentarse de manera que penetre en un fondo del microporo en la capa semiconductor porosa 6.

10 El disolvente para disolver el colorante puede ser uno que disuelva el colorante y los ejemplos específicos del mismo incluyen un alcohol, tolueno, acetonitrilo, tetrahidrofurano (THF), cloroformo y dimetilformamida. Ordinariamente, estos disolventes se purifican preferentemente y pueden usarse dos o más clases de los mismos en forma de una mezcla. La concentración de colorante en la solución de adsorción de colorante puede determinarse apropiadamente de acuerdo con las condiciones tales como el colorante que se va a usar, la clase de colorante, y la etapa de adsorción de colorante; por ejemplo, preferentemente 1×10^{-5} mol/l o mayor. La solución de adsorción de colorante puede prepararse con calentamiento para mejorar la solubilidad del colorante.

(Método de adsorción de colorante de fotosensibilización)

20 Los ejemplos típicos de un método de adsorción del colorante en la capa semiconductor porosa 6 incluyen un método de sumergir un laminado, en el que la capa de catalizador 3, la capa aislante porosa 4, la segunda capa conductora 5 y la capa semiconductor porosa 6 se forman sobre el sustrato semiconductor, en una solución con el colorante disuelto en su interior (solución de adsorción de colorante). En esta ocasión, la solución de adsorción de colorante puede calentarse para penetrar en un fondo de microporo en la capa semiconductor porosa 6.

25 El disolvente para disolver el colorante puede ser uno que disuelva el colorante y los ejemplos específicos del mismo incluyen un alcohol, tolueno, acetonitrilo, tetrahidrofurano (THF), cloroformo y dimetilformamida. Ordinariamente, estos disolventes se purifican preferentemente y dos o más clases de los mismos pueden usarse en forma de una mezcla. La concentración de colorante en la solución de adsorción de colorante puede determinarse apropiadamente de acuerdo con las condiciones tales como el colorante que se va a usar, la clase de disolvente y la etapa de adsorción de colorante; por ejemplo, preferentemente 1×10^{-5} mol/l o mayor. La solución de adsorción de colorante puede prepararse con calentamiento para mejorar la solubilidad del colorante.

<Material inorgánico que constituye el elemento de fotosensibilización (punto cuántico)>

35 El punto cuántico preparado del material inorgánico que constituye el elemento de fotosensibilización no está particularmente limitado siempre y cuando se use de forma general para el material de conversión fotoeléctrica en este campo. Tal material contiene al menos uno de Cd, Pb, Sb, In, Ga, S, Se y As.

40 Los ejemplos específicos del mismo incluyen CdSe, PbSe, SbSe, CdS, PbS, Sb_2S_3 , InAs e InGaAs.

45 El punto cuántico usado en este documento puede producirse por métodos conocidos en diversas clases de documentos. Por ejemplo, CdS puede producirse por los métodos descritos en J. Phys. Chem. 1994, 98, 3183 y J. Phys. Chem. 2003, 107, 14154, CdSe puede producirse por el método descrito en J. Phys. Chem. B 103, 1999 3065, PbSe y PbS pueden producirse por los métodos descritos en J. Phys. Chem. B 2002, 106, 10634 y J. Am. Chem. Soc. 2004, 126, 11752, Sb_2S_3 puede producirse por el método descrito en la Publicación de Patente No Examinada Japonesa n.º 2007-273984, e InAs puede producirse por el método descrito en J. Phys. Chem. B 110, 2006 25453.

50 Cuando el tamaño del punto cuántico es pequeño, un hueco de banda se amplía y la longitud de onda de luz absorbible solo está en un lado corto de la longitud de onda, y cuando el tamaño del punto cuántico es demasiado grande, el nivel del punto cuántico no se dispersa y no se desarrolla un efecto cuántico. Por lo tanto, el tamaño del punto cuántico preferentemente es de 0,5 nm a 5 nm.

(Método de adsorción del punto cuántico)

55 Para hacer que la capa semiconductor porosa 6 soporte el punto cuántico como un absorbedor de luz, un grupo de interbloqueo puede unirse al punto cuántico. El grupo de interbloqueo sirve para unir el punto cuántico y el semiconductor poroso y, preferentemente, tiene dos grupos carboxilo, grupos alcoxilo, grupos hidroxilo, grupos ácido sulfónico, grupos de éster, grupos mercapto o grupo fosfonilo. En general, el grupo de interbloqueo interviene en la fijación del absorbedor de luz en la capa semiconductor porosa 6 y proporciona una conexión eléctrica para facilitar el movimiento del electrón entre el punto cuántico en un estado excitado y una banda de conducción del semiconductor.

65 Específicamente, los ácidos dicarboxílicos, tales como ácido malónico, ácido málico y ácido maleico o ácido mercaptoacético que tienen ácido carboxílico y un grupo mercapto son preferibles.

Los ejemplos típicos de un método para preparar la capa semiconductor porosa 6 que soporta (adsorbe) el punto cuántico incluyen un método de sumergir la capa semiconductor porosa en una solución con el punto cuántico dispersado en su interior. En esta ocasión, la solución de dispersión del punto cuántico puede calentarse tal como para penetrar en un fondo de microporo en la capa semiconductor porosa 6.

Los ejemplos específicos del disolvente para dispersar el punto cuántico incluyen un alcohol, tolueno, acetonitrilo, tetrahidrofurano (THF), cloroformo y dimetilformamida. Ordinariamente, estos disolventes se purifican preferentemente y dos o más clases de los mismos pueden usarse en forma de una mezcla. La concentración del punto cuántico en la solución puede determinarse apropiadamente de acuerdo con las condiciones tales como el punto cuántico que se va a usar, la clase de disolvente y la etapa de soporte de punto cuántico; por ejemplo, preferentemente 1×10^{-5} mol/l o mayor. La solución de adsorción de colorante puede prepararse con calentamiento para mejorar la solubilidad del colorante.

Como en el método descrito en la Publicación de Patente No Examinada Japonesa n.º 2007-273984, el punto cuántico puede formarse directamente sobre la capa semiconductor porosa.

(Electrolito)

El electrolito es un líquido que contiene una molécula redox y no está particularmente limitado siempre y cuando sea un electrolito usado generalmente para una célula o una célula solar.

Los ejemplos de moléculas redox incluyen tipo I/I^3 , tipo Br^2/Br^3 , tipo Fe^{2+}/Fe^{3+} y moléculas tipo quinona/hidroquinona. Los ejemplos específicos de las mismas pueden incluir una combinación de yodo (I_2) con un yoduro metálico tal como yoduro de litio (LiI), yoduro de sodio (NaI), yoduro de potasio (KI) y yoduro de calcio (CaI_2), una combinación de yodo con una sal de tetraalquilamonio tal como yoduro de tetraetilamonio (TEAI), yoduro de tetrapropilamonio (TPAI), yoduro de tetrabutilamonio (TBAI) y yoduro de tetraexilamonio (THAI), y una combinación de bromo con un bromuro metálico tal como bromuro de litio (LiBr), bromuro de sodio (NaBr), bromuro de potasio (KBr) y bromuro de calcio ($CaBr_2$); entre estas, una combinación de LiI y I_2 es particularmente preferible.

Los ejemplos del disolvente para el electrolito incluyen compuestos de carbonato tales como carbonato de propileno, compuestos de nitrilo tales como acetonitrilo, alcoholes tales como etanol, agua y sustancias polares apróticas. Entre estas, el compuesto de carbonato y el compuesto de nitrilo son particularmente preferibles. Estos disolventes pueden usarse en la forma de una mezcla de dos o más clases.

Puede añadirse un aditivo al electrolito según se requiera.

Los ejemplos del aditivo incluyen compuestos aromáticos que contienen nitrógeno tales como terc-butilpiridina (TBP), y sales de imidazol tales como yoduro de dimetilpropil imidazol (DMPII), yoduro de metilpropil imidazol (MPII), yoduro de etilmetil imidazol (EMII), yoduro de etil imidazol (EII) y yoduro de hexilmetil imidazol (HMII).

La concentración de electrolito (moléculas redox) en el electrolito preferentemente está en un intervalo de 0,001 a 1,5 mol/l, particularmente preferentemente en un intervalo de 0,01 a 0,7 mol/l.

(Miembro de cubierta translúcida)

El miembro de cubierta translúcida 7 puede ser uno que tenga translucencia y que sea capaz de cubrir al menos el lado de la superficie receptora de luz de la capa semiconductor porosa 6; por ejemplo, puede usarse para el mismo vidrio templado, una placa de vidrio excepto vidrio templado y una lámina de plástico transparente, y el vidrio templado es preferible en el caso de colocar la célula solar en el exterior. En el caso de usar una lámina de plástico transparente, se disponen dos láminas de plástico sobre el lado de la superficie no receptora de luz del sustrato 1 y el lado de la superficie receptora de luz de la capa semiconductor porosa 6 y la circunferencia externa de la misma se sella con calor para permitir que toda la célula solar se selle y, de esta manera, puede omitirse el miembro de sellado que se describirá posteriormente.

(Miembro de sellado)

Como se ha descrito anteriormente, en el caso de usar vidrio templado u otra placa de vidrio como el miembro de cubierta translúcida, el miembro de sellado 8 se coloca preferentemente. El miembro de sellado 8 tiene una función de evitar la fuga de la solución electrolítica dentro de la célula solar, una función de absorber un objeto que cae y choca (impacta) contra un soporte tal como el sustrato 1 o vidrio templado, y una función de absorber flexión sobre el soporte durante el uso a largo plazo.

Además, en el caso de producir un módulo de célula solar conectando a al menos dos células solares en serie, es muy importante que el miembro de sellado 8 funcione como una capa aislante entre células para evitar que la solución electrolítica se mueva entre las células solares.

El material que constituye el miembro de sellado 8 no está particularmente limitado siempre y cuando pueda usarse de forma general para la célula solar y sea un material capaz de realizar las funciones mencionadas anteriormente. Los ejemplos de este material incluyen una resina curable por ultravioleta y una resina termoestable; los ejemplos específicos de la misma incluyen una resina de silicona, una resina epoxi, una resina de poliisobutileno, una resina de termofusión y una frita de vidrio, y dos o más clases de las mismas pueden laminarse en dos o más capas para formar el miembro de sellado 8.

Como la resina curable por ultravioleta, es posible adoptar el modelo número: 31X-101 fabricado por Three Bond Co., Ltd., y como la resina termoestable, es posible adoptar el modelo número: 31X-088 fabricado por Three Bond Co., Ltd. y resinas epoxi comercializadas generalmente.

El patrón del miembro de sellado 8 puede formarse usando un dispensador en el caso de usar una resina de silicona, una resina epoxi o una frita de vidrio, y puede formarse abriendo el orificio estructurado en una resina de termofusión similar a una hoja en el caso de usar una resina de termofusión.

(Estructura 1-2 que representa la técnica anterior para comprender la invención)

La Figura 2 es una vista en sección transversal esquemática que muestra un módulo de célula solar en el que una pluralidad de las células solares de la estructura 1-1 se han conectado eléctricamente en serie, y la Figura 3 es una vista en sección transversal esquemática que muestra una porción de conexión de dos células solares en el módulo de célula solar de la Figura 2. En las Figuras 2 y 3, se dan los mismos números de referencia para los mismos componentes que los componentes en la Figura 1.

Durante la producción de este módulo de célula solar, la capa conductora formada sobre el sustrato 1 se diseña en primer lugar a intervalos predeterminados mediante un método de rayado laser para formar una pluralidad de líneas de rayado con la capa conductora retirada. De esta manera, las múltiples primeras capas conductoras 2 separadas eléctricamente entre sí se forman para ofrecer una región de formación de célula solar sobre cada una de las primeras capas conductoras 2.

Entre las múltiples primeras capas conductoras 2, se forma la primera capa conductora 2 en un extremo en una dirección ortogonal a las líneas de rayado en una anchura estrecha, sobre la cual no se forma la primera capa conductora 2 con la anchura estrecha de la célula solar, y esta primera capa conductora 2 se utiliza como el electrodo de extracción 2a de la segunda capa de electrodo 5 de la célula solar adyacente.

A continuación, la capa de catalizador 3 se forma en las proximidades de la línea de rayado en cada una de las primeras capas conductoras 2, la capa aislante porosa 4 se forma desde encima de la capa de catalizador 3 sobre la cara inferior de la línea de rayado (superficie del sustrato 1), la segunda capa conductora 5 se forma desde arriba de la capa aislante porosa 4 sobre la primera capa conductora 2 adyacente, se forman múltiples pequeños poros en la segunda capa conductora 5 en un caso donde la segunda capa conductora 5 sea una película densa, y la capa semiconductor porosa 6 se forma sobre la segunda capa conductora 5.

A continuación, el fotosensibilizador se adsorbe en la capa semiconductor porosa 6 de conformidad con la descripción en la estructura 1-1.

Posteriormente, el material de sellado se aplica entre la circunferencia externa de la primera capa de electrodo 2 y la región de formación de célula solar adyacente en la primera capa de electrodo 2, y el miembro de cubierta translúcida 7 (tal como vidrio templado) se monta sobre el material de sellado y la capa semiconductor porosa 6 para formar el miembro de sellado (capa aislante entre células) 8 por curado del material de sellado.

Posteriormente, la solución electrolítica se inyecta en el interior a través de un orificio de inyección formado previamente en el sustrato 1 para penetrar en la capa aislante porosa 4 y la capa semiconductor porosa 6, y el orificio de inyección se sella con una resina, con lo que el módulo de célula solar fotosensibilizada se completa, en el que múltiples células solares fotosensibilizadas están conectadas eléctricamente en serie.

La selección de los métodos de formación y los materiales de cada capa que constituye este módulo de célula solar puede realizarse de conformidad con la descripción en la estructura 1-1.

En este módulo de célula solar de estructura 1-2, una superficie del miembro de cubierta translúcida 7 sirve como la superficie receptora de luz, la segunda capa conductora 5 sirve como el electrodo negativo y la primera capa conductora 2 sirve como el electrodo positivo. Cuando la superficie receptora de luz del miembro de cubierta translúcida 7 se irradia con luz, se generan electrones en cada una de las capas semiconductoras porosas 6, los electrones generados se mueven desde cada una de las capas semiconductoras porosas 6 a cada una de las segundas capas conductoras 5 y se mueven desde cada una de las segundas capas conductoras 5 a cada una de las primeras capas conductoras 2 de la célula solar adyacente, y los electrones que se mueven se transportan por los iones en el electrolito en cada una de las capas aislantes porosas 4 a través de cada una de las capas de catalizador 3 para moverse a cada una de las segundas capas conductoras 5. En la Figura 2, la primera capa

conductora 2 de la célula solar izquierda y el electrodo de extracción 2a de la célula solar derecha en la dirección de conexión de la serie están conectadas eléctricamente al circuito externo, de manera que la electricidad se lleva al exterior.

5 (Realización 2-1)

La Figura 4 es una vista en sección transversal esquemática que muestra la realización 2-1 de la célula solar fotosensibilizada de la presente invención. Esta célula solar fotosensibilizada de la realización 2-1 es de un tipo sin capas conductoras 5 entre la capa aislante porosa 4 y la capa semiconductor porosa 6 en la estructura 1-1. En la Figura 4, se dan los mismos números de referencia para los mismos componentes que los componentes de la Figura 1.

Los puntos de la realización 2-1 diferentes de aquellos de la estructura 1-1 se describen principalmente en lo sucesivo en este documento.

La célula solar de la realización 2-1 es fundamentalmente similar a la de la estructura 1-1 excepto que la capa semiconductor porosa 6 se forma desde arriba de la capa aislante porosa 4 sobre el electrodo de extracción 2a. En la realización 2-1, la capa semiconductor porosa 6 sirve también como la segunda capa conductora en la estructura 1-1, de manera que es preferible que la resistencia eléctrica de la capa semiconductor porosa 6 sea baja (aproximadamente $40 \Omega/\text{cuadrado}$ o menor) o la longitud de la capa semiconductor porosa 6 en la dirección de la conexión en serie de la célula solar sea corta.

En el caso de esta célula solar de la realización 2-1, la capa semiconductor porosa 6 sirve como el electrodo negativo y la primera capa conductora 2 sirve como el electrodo positivo. Cuando la superficie receptora de luz del miembro de cubierta translúcida 7 se irradia con luz, se generan electrones en la capa semiconductor porosa 6, los electrones generados se mueven desde la capa semiconductor porosa 6 al electrodo de extracción 2a, y los electrones se mueven a la primera capa conductora 2 a través del circuito externo y se transportan mediante los iones en el electrolito a la capa aislante porosa 4 a través de la capa de catalizador 3 para moverse a la capa semiconductor porosa 6.

El método para producir la célula solar en la realización 2-1 es similar al método de producción en la estructura 1-1 excepto que se omite la formación de la segunda capa conductora en la etapa (1) mencionada anteriormente de la estructura 1-1.

35 (Realización 2-2)

La Figura 5 es una vista en sección transversal esquemática que muestra un módulo de célula solar en el que una pluralidad de las células solares de la realización 2-1 están conectadas eléctricamente en serie, y la Figura 6 es una vista en sección transversal esquemática que muestra una porción de conexión de dos células solares en el módulo de célula solar de la Figura 5. En las Figuras 5 y 6, se dan los mismos números de referencia para los mismos componentes que los componentes en la Figura 1.

El método para producir este módulo de célula solar es similar al método de producción en la estructura 1-2 excepto que se omite la etapa de formación de la segunda capa conductora en el método de producción en la estructura 1-2 y la formación de la capa semiconductor porosa 6 desde encima de la capa aislante porosa 4 sobre la primera capa conductora adyacente 2.

Cuando el miembro de cubierta translúcida 7 de este módulo de célula solar de la realización 2-2 se irradia con luz, se generan electrones en cada una de las capas semiconductoras porosas 6, los electrones generados se mueven desde cada una de las capas semiconductoras porosas 6 a cada una de las primeras capas conductoras 2 de la célula solar adyacente, y el electrón que se ha movido se transporta mediante los iones en el electrolito en cada una de las capas aislantes porosas 4 a través de cada una de las capas de catalizador 3 para moverse a cada una de las capas semiconductoras porosas 6. En la Figura 5, la primera capa conductora 2 de la célula solar izquierda y el electrodo de extracción 2a de la célula solar derecha en una dirección de la conexión en serie se conectan eléctricamente al circuito externo de manera que la electricidad se lleva al exterior.

Ejemplos

La presente invención se describe más específicamente mediante ejemplos y ejemplos comparativos, aunque no se limita a estos.

El espesor de película de cada capa en los ejemplos y ejemplos comparativos se midió usando el nombre comercial: SURFCOM 1400A fabricado por Tokyo Seimitsu Co., Ltd. a menos que se especifique de otra manera.

(Ejemplo 1 que representa la técnica anterior para comprender la invención)

Se produjo el módulo de célula solar fotosensibilizada mostrado en la Figura 2.

5 Se preparó un sustrato de vidrio conductor de 70 mm X 70 mm X un espesor de 4 mm en el que la primera capa conductora 2 fabricada de una película de SnO₂ se forma sobre el sustrato 1 fabricado de vidrio (un sustrato de vidrio con una película de SnO₂ fabricada por Nippon Sheet Glass Co., Ltd.).

<Corte de la primera capa conductora>

10 La primera capa conductora 2 se irradió con luz láser (láser YAG, longitud de onda fundamental: 1,06 μm, fabricada por Seishin Trading Co., Ltd.) para vaporizar SnO₂ y formar seis de las líneas de rayado 10 cada una de las cuales tenía una anchura de 0,1 mm a intervalos de 6 mm.

15 <Formación de la capa de catalizador>

Se preparó una placa de impresión serigráfica con siete aberturas alineadas de 5 mm X 50 mm sobre el sustrato de vidrio conductor y se aplicó un material de formación de catalizador (catalizador de Pt T/SP, fabricado por Solaronix SA) usando una máquina de impresión serigráfica (modelo: LS-34TVA, fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO CO., LTD.), y la película de recubrimiento obtenida se calcinó a 450 °C durante 1 hora para formar la capa de catalizador 3 en una forma de agrupación.

20

<Formación de la capa aislante porosa>

25 Se dispersaron partículas finas de óxido de zirconio (que tenían un diámetro de partícula de 100 nm, fabricadas por C. I. Kasei Company, Limited) en terpineol y se mezcló adicionalmente etil celulosa con las mismas para preparar una pasta. La relación en peso de las partículas finas de óxido de zirconio, terpineol y etilcelulosa era 65 : 30 : 5. Se preparó una placa de impresión serigráfica con 7 aberturas alineadas hacia arriba de 6 mm X 54 mm y la pasta obtenida se aplicó a la capa de catalizador 3 usando una máquina de impresión serigráfica (modelo: LS-34TVA, fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO CO., LTD.), pasta que se sometió a nivelado a temperatura ambiente durante 1 hora.

30

Posteriormente, la película de recubrimiento se presecó a 80 °C durante 20 minutos y se calcinó a 450 °C durante 1 hora para formar la capa aislante porosa (película de óxido de zirconio) 4. El espesor de película de la capa aislante porosa 4 era de 5 μm.

35

<Formación de la segunda capa conductora>

Se preparó una mascarilla metálica con siete aberturas alineadas de 6,2 mm X 52 mm y se formó una película de titanio sobre la capa aislante porosa 4 a una tasa deposición de 5 Å/S usando un evaporador de haz de electrones ei-5 (fabricado por ULVAC, Inc.), con lo que se formó la segunda capa conductora 5 con un espesor de película de aproximadamente 500 nm.

40

<Formación de la capa semiconductor porosa>

45 Se preparó una placa de impresión serigráfica con siete aberturas alineadas de 5 mm X 50 mm y se aplicó una pasta de óxido de titanio comercial (nombre comercial: Ti-Nanoxide D/SP, diámetro de partícula promedio: 13 nm, fabricada por Solaronix SA) usando una máquina de impresión serigráfica (modelo: LS-34TVA, fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO CO., LTD.), pasta que se sometió a nivelado a temperatura ambiente durante 1 hora.

50

Posteriormente, la película de revestimiento se presecó a 80 °C durante 20 minutos y posteriormente se calcinó a 450 °C durante 1 hora, etapa que se repitió cinco veces para formar la capa semiconductor porosa (película de óxido de titanio) 6 con un espesor de película total de 30 μm.

55

<Adsorción de colorante de fotosensibilización>

Un colorante de fotosensibilización (nombre comercial: Rutenio 620-1H3TBA, fabricado por Solaronix SA) se disolvió en un disolvente mixto de acetonitrilo (fabricado por Aldrich Chemical Company) y alcohol terc-butílico (fabricado por Aldrich Chemical Company) a una relación en volumen de 1 : 1 parts que tuviera una concentración de 4 X 10⁻⁴ mol/l para obtener una solución de adsorción de colorante.

60

El laminado obtenido a través de la etapa mencionada anteriormente se sumergió en la solución de adsorción de colorante en una condición de temperatura de 40 °C durante 20 horas para adsorber el colorante de sensibilización sobre la capa semiconductor porosa 6. Posteriormente, el laminado se lavó con etanol (fabricado por Aldrich Chemical Company) y se secó a aproximadamente 80 °C durante aproximadamente 10 minutos.

65

<Preparación del electrolito>

Se añadieron LiI (fabricado por Aldrich Chemical Company) con una concentración de 0,1 mol/l e I₂ (fabricado por Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) con una concentración de 0,01 mol/l como especie redox y, adicionalmente, terc-butil piridina (TBP, fabricada por Aldrich Chemical Company) con una concentración de 0,5 mol/l y yoduro de dimetilpropil imidazol (DMPPI, fabricado por Shikoku Chemicals Corp.) con una concentración de 0,6 mol/l como aditivos y se disolvieron en acetonitrilo como un disolvente para preparar un electrolito.

<Formación del miembro de sellado e inyección del electrolito>

Se aplicó un material de curado por ultravioleta (modelo 31X-101, fabricado por Three Bond Co., Ltd.) a la circunferencia y entre las regiones de formación de la célula solar en la primera capa conductora 2 y el sustrato de vidrio templado 7 de 50 mm X 70 mm, con un espesor de 4,0 mm preparado por separado (fabricado por Asahi Glass Co., Ltd.) y el sustrato 1 se pegaron juntos. Un orificio para inyectar un electrolito se proporcionó previamente en el sustrato 1. Posteriormente, la porción aplicada se irradió con rayos ultravioleta usando una lámpara de irradiación ultravioleta (nombre comercial: Novacure, fabricada por EFD Inc.) para formar el miembro de sellado 8 curando el material de curado por ultravioleta y fijando dos láminas de los sustratos 1 y 7.

Posteriormente, se inyectó un electrolito a través del orificio para inyectar un electrolito del sustrato 1 y el módulo de célula solar correspondiente de la Figura 2 se completó sellando el orificio para inyectar un electrolito con una resina.

El módulo de la célula solar obtenido se irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM 1.5) para medir diversas clases de características de la célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

(Ejemplo 2 que representa la técnica anterior para comprender la invención)

El módulo de célula solar con la estructura de la Figura 2 se produjo de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto para realizar la preparación del sustrato conductor mediante la siguiente etapa.

<Preparación de sustrato conductor>

Se preparó un sustrato de alúmina de 70 mm X 70 mm X 1 mm de espesor y se formó una película de titanio sobre el sustrato a una tasa de deposición de 5 Å/S usando un evaporador de haz de electrones ei-5 (fabricado por ULVAC, Inc.), para dar la primera capa conductora 2 con un espesor de película de aproximadamente 700 nm.

El módulo de célula solar obtenido se irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM1.5) para medir diversas clases de características de la célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

(Ejemplos 3 a 10 que representan la técnica anterior para comprender la invención)

El módulo de célula solar con la estructura de la Figura 2 se produjo de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que se formaron pequeños poros sobre la segunda capa conductora 5 mediante la siguiente etapa después de formar la segunda capa conductora 5 en el Ejemplo 1.

<Formación de pequeños poros sobre la segunda capa conductora>

La segunda capa conductora 5 se irradió con luz láser (láser YAG, longitud de onda fundamental: 1,06 μm, fabricado por Seishin Trading Co., Ltd.) para formar los pequeños poros mostrados en la Tabla 2 mientras se ajustaban los valores de corriente y las frecuencias.

El módulo de célula solar obtenido se irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM 1.5) para medir diversas clases de características de la célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

(Ejemplo 11)

El módulo de célula solar mostrado en la Figura 5 se produjo de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que se omitió la segunda capa conductora del Ejemplo 1 y se formó la capa semiconductor porosa 6 sobre la capa aislante porosa 4.

El módulo de célula solar obtenido de irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM1.5) para medir diversas clases de características de la célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

(Ejemplo Comparativo 1)

El módulo de célula solar fotosensibilizada mostrado en la Figura 8 se produjo de la siguiente manera.

Este módulo de célula solar es uno en el que las células solares con la estructura convencional mostrada en la Figura 7 están conectadas en serie. La Figura 9 es una vista en sección transversal esquemática que muestra una porción de conexión de dos células solares en el módulo de célula solar de la Figura 8. En las Figuras 8 y 9, se dan los mismos números de referencia para los mismos componentes que los componentes en la Figura 7.

5 Se preparó un sustrato de vidrio conductor de 70 mm X 70 mm X un espesor de 4 mm en el que se forma la capa conductora transparente 12 preparada de una película de SnO₂ sobre el sustrato 11 fabricada de vidrio (un sustrato de vidrio con una película de SnO₂ fabricada por Nippon Sheet Glass Co., Ltd.).

10 <Corte de la capa conductora transparente>

La capa conductora transparente 12 se irradió con luz láser (láser YAG, longitud de onda fundamental: 1,06 μm, fabricado por Seishin Trading Co., Ltd.) para vaporizar SnO₂ y formar seis líneas de las líneas de rayado 110 cada una de las cuales tenía una anchura de 0,1 mm a intervalos de 6 mm.

15 <Formación de la capa semiconductor porosa>

20 Se preparó una placa de impresión serigráfica con siete aberturas alineadas de 5 mm X 50 mm y se aplicó una pasta de óxido de titanio comercial (nombre comercial: Ti-Nanoxide D/SP, diámetro de partícula promedio: 13 nm, fabricada por Solaronix SA) usando una máquina de impresión serigráfica (modelo: LS-34TVA, fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO CO., LTD.), pasta que se sometió a nivelado a temperatura ambiente durante 1 hora.

25 Posteriormente, la película de recubrimiento se presecó a 80 °C durante 20 minutos y posteriormente se calcinó a 450 °C durante 1 hora, etapa que se repitió cinco veces para formar la capa semiconductor porosa (película de óxido de titanio) 16 con un espesor de película total de 30 μm.

<Formación de la capa aislante porosa>

30 Se dispersaron partículas finas de óxido de zirconio (que tenían un diámetro de partícula de 100 nm, fabricadas por C. I. Kasei Company, Limited) en terpineol, y se mezcló adicionalmente etilcelulosa con la misma para preparar una pasta. La relación en peso de partículas finas de óxido de zirconio, terpineol y etilcelulosa era de 65 : 30 : 5.

35 Se preparó una placa de impresión serigráfica con siete aberturas alineadas de 6 mm X 54 mm y la pasta obtenida se aplicó a la capa semiconductor porosa 16 usando una máquina de impresión serigráfica (modelo: LS-34TVA, fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO CO., LTD.), pasta que se sometió a nivelado a temperatura ambiente durante 1 hora.

40 Posteriormente, la película de recubrimiento se presecó a 80 °C durante 20 minutos y se calcinó a 450 °C durante 1 hora para formar la capa aislante porosa (película de óxido de zirconio) 14. El espesor de película de la capa aislante porosa 14 era de 5 μm.

<Formación de la capa de catalizador>

45 Se preparó una placa de impresión serigráfica con siete aberturas alineadas de 5 mm X 50 mm y se aplicó un material de formación de la capa de catalizador (catalizador de Pt T/SP, fabricado por Solaronix SA) sobre la capa aislante porosa 14 usando una máquina de impresión serigráfica (modelo: LS-34TVA, fabricada por NEWLONG SEIMITSU KOGYO CO., LTD.), y la película de recubrimiento obtenida se calcinó a 450 °C durante 1 hora para formar la capa de catalizador 13 en forma de una agrupación.

50 <Formación de la capa conductora>

55 Se preparó una máscara metálica con siete aberturas alineadas de 6,2 mm X 52 mm y se formó una película de titanio sobre la capa de catalizador 13 a una velocidad de deposición de 5 Å/s usando un evaporador de electrones ei-5 (fabricado por ULVAC, Inc.), con lo que se formó la capa conductora 15 con un espesor de película de aproximadamente 500 nm.

<Adsorción del colorante de fotosensibilización>

60 Se disolvió un colorante de fotosensibilización (nombre comercial: Rutenio 620-1H3TBA, fabricado por Solaronix SA) en un disolvente mixto de acetonitrilo (fabricado por Aldrich Chemical Company) y alcohol terc-butílico (fabricado por Aldrich Chemical Company) a una relación en volumen 1 : 1 de manera que tenía una concentración de 4 X 10⁻⁴ mol/l para preparar una solución de adsorción de colorante.

65 El laminado obtenido mediante la etapa mencionada anteriormente se sumergió en la solución de adsorción de colorante a una condición de temperatura de 40 °C durante 20 horas para adsorber el colorante de

fotosensibilización sobre la capa semiconductor porosa 16. Posteriormente, el laminado se lavó con etanol (fabricado por Aldrich Chemical Company) y se secó a aproximadamente 80 °C durante aproximadamente 10 minutos.

5 <Preparación del electrolito>

Se añadieron LiI (fabricado por Aldrich Chemical Company) con una concentración de 0,1 mol/l e I₂ (fabricado por Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) con una concentración de 0,01 mol/l como especie redox y adicionalmente terc-butilpiridina (TBP, fabricado por Aldrich Chemical Company) con una concentración de 0,5 mol/l y yoduro de dimetilpropil imidazol (DMPPI, fabricado por Shikoku Chemicals Corp.) con una concentración de 0,6 mol/l como aditivos y se disolvieron en acetonitrilo como un disolvente para preparar un electrolito.

<Formación del miembro de sellado e inyección del electrolito>

15 Se aplicó un material de curado ultravioleta (modelo: 31X-101, fabricado por Three Bond Co., Ltd.) en la circunferencia y entre las regiones de formación de la célula solar sobre la capa conductora transparente 12 y un vidrio de cobertura 19 de 50 mm X 70 mm X 1,0 mm de espesor (modelo: 7059, fabricado por Corning Incorporated) y el sustrato 11 se pegaron entre sí. Un orificio para inyectar un electrolito se proporcionó previamente en el vidrio de cobertura 19. Posteriormente, la porción aplicada se irradió con rayos ultravioleta usando una lámpara de irradiación ultravioleta (nombre comercial: Novacure, fabricada por EFD Inc.) para formar el miembro de sellado 18 curando el material de curado ultravioleta y, de esta manera, fijar dos láminas de las placas de vidrio.

Posteriormente, se inyectó un electrolito a través del orificio para inyectar un electrolito del sustrato 1 y un módulo de célula solar correspondiente a la Figura 8 se completó sellando el orificio para inyectar un electrolito con una resina.

25 El módulo de célula solar obtenido se irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM 1.5) para medir diversas clases de características de célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

[Tabla 1]

| | Corriente de cortocircuito Jsc (mA/cm ²) | Tensión abierta Voc (V) | Factor de carga FF | Eficacia de conversión (%) |
|-----------------------|--|-------------------------|--------------------|----------------------------|
| Ejemplo 1* | 1,98 | 4,92 | 0,67 | 6,52 |
| Ejemplo 2 * | 1,97 | 4,98 | 0,68 | 6,67 |
| Ejemplo 3 * | 2,09 | 4,97 | 0,67 | 6,96 |
| Ejemplo 4 * | 2,12 | 4,98 | 0,68 | 7,17 |
| Ejemplo 5 * | 2,10 | 4,91 | 0,69 | 7,11 |
| Ejemplo 6 * | 1,98 | 4,90 | 0,66 | 6,40 |
| Ejemplo 7 * | 1,97 | 4,96 | 0,65 | 6,35 |
| Ejemplo 8 * | 2,07 | 4,97 | 0,67 | 6,89 |
| Ejemplo 9 * | 2,10 | 4,91 | 0,68 | 7,01 |
| Ejemplo 10* | 1,98 | 4,90 | 0,64 | 6,21 |
| Ejemplo 11 | 1,88 | 4,90 | 0,59 | 5,44 |
| Ejemplo Comparativo 1 | 1,67 | 3,98 | 0,59 | 3,92 |

*) Representa la técnica anterior para comprender la invención

30

[Tabla 2]

| | Diámetro de poro pequeño (µm) | Intervalo (µm) |
|-------------|-------------------------------|----------------|
| Ejemplo 3 * | 40 | 0,5 |
| Ejemplo 4 * | 40 | 1 |
| Ejemplo 5 * | 40 | 50 |
| Ejemplo 6 * | 40 | 100 |

| | Diámetro de poro pequeño (μm) | Intervalo (μm) |
|--|-------------------------------|----------------|
| Ejemplo 7* | 0,5 | 30 |
| Ejemplo 8 * | 1 | 30 |
| Ejemplo 9 * | 50 | 30 |
| Ejemplo 10 * | 100 | 30 |
| *) Representa la técnica anterior para comprender la invención | | |

En los Ejemplos 1 a 11, solo el vidrio templado 7 se coloca sobre el lado de la superficie receptora de luz de la capa semiconductor porosa 6, de manera que la corriente de cortocircuito es alta; por el contrario, en el Ejemplo Comparativo 1, el sustrato 1 con la película de SnO₂ (vidrio de FTO) así como el vidrio templado 17 existen en el lado de la superficie receptora de luz de la capa semiconductor porosa 16, de manera que la luz que alcanza la capa semiconductor porosa 16 como el elemento de generación eléctrico disminuye y, de esta manera, la corriente de cortocircuito disminuye. Asimismo, en el Ejemplo Comparativo 1, el material de la capa de catalizador se fija a la capa semiconductor porosa 16, de manera que se concibe que la tensión abierta disminuya en gran medida en comparación con los ejemplos.

(Ejemplo 12 que representa la técnica anterior para comprender la invención)

El módulo de célula solar fotosensibilizada mostrado en la Figura 2 se produjo de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que hubo algunas diferencias en el fotosensibilizador y el electrolito de la siguiente manera.

<Producción del fotosensibilizador>

Una solución en trioctil fosfina de CdS (punto cuántico) como el fotosensibilizador se produjo por el método descrito en J. Am. Chem. Soc. 1993, 115, 8706.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la medición orbital molecular ocupado más bajo (HOMO) y el orbital molecular no ocupado más alto (LUMO) del CdS por AC-3 (fabricado por Riken Keiki Co., Ltd.) y el equipo de medición de absorbancia (UV-2000, fabricado por Shimadzu Corporation).

Además, en la Tabla 3 se muestran los elementos de fotosensibilización de los materiales inorgánicos utilizables en el ejemplo.

[Tabla 3]

| | HOMO (V) | LUMO (V) |
|----------------------------|----------|----------|
| Sulfuro de cadmio (CdS) | -6,4 | -3,1 |
| Seleniuro de cadmio (CdSe) | -6,0 | -3,4 |
| Sulfuro de plomo (PbS) | -5,5 | -4,1 |
| Arseniuro de indio (InAs) | -5,5 | -4,1 |
| Telururo de cadmio (CdTe) | -5,3 | -2,8 |

<Soporte de CdS sobre una capa semiconductor porosa>

El laminado se sumergió en una solución de CdS en una condición de temperatura de 40 °C durante 12 horas para adsorber CdS sobre la capa semiconductor porosa 6. Posteriormente, el laminado se lavó con etanol (fabricado por Aldrich Chemical Company) y se secó para obtener una capa semiconductor porosa con CdS adsorbido sobre la misma.

<Preparación del electrolito>

Se disolvieron Na₂S (fabricado por Aldrich Chemical Company) con una concentración de 2 mol/l y azufre (fabricado por Aldrich Chemical Company) con una concentración de 3 mol/l en agua pura para preparar un electrolito.

El módulo de célula solar obtenido del Ejemplo 12 se irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM 1.5) para medir diversas clases de características de la célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

(Ejemplo 13 que representa la técnica anterior para comprender la invención)

El módulo de célula solar con la estructura de la Figura 2 se produjo de la misma manera que en el Ejemplo 12 excepto por que se realizó la preparación del sustrato conductor mediante la siguiente etapa.

5

<Preparación del sustrato conductor>

Se preparó un sustrato de aluminio de 70 mm X 70 mm X 1 mm de espesor y se formó una película de titanio sobre el sustrato a una velocidad de deposición de 5 Å/s usando un evaporador de haz de electrones ei-5 (fabricado por ULVAC, Inc.), para dar a la primera capa conductora 2 un espesor de película de aproximadamente de 700 nm.

10

El módulo de célula solar obtenido se irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM 1.5) para medir diversas clases de características de la célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

15

(Ejemplo 14 que representa la técnica anterior para comprender la invención)

El módulo de célula solar del Ejemplo 14 con la estructura de la Figura 2 se produjo de la misma manera que en el Ejemplo 12 excepto que se formaron poros pequeños sobre la segunda capa conductora 5 mediante la siguiente etapa después de formar la segunda capa conductora 5 en el Ejemplo 12.

20

<Formación de poros pequeños sobre la segunda capa conductora>

La segunda capa conductora 5 se irradió con luz láser (láser YAG, longitud de onda fundamental: 1,06 μm, fabricado por Seishin Trading Co., Ltd.) para formar los pequeños poros mientras se ajustaban los valores de corriente y las frecuencias.

25

El módulo de célula solar obtenido se irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM 1.5) para medir diversas clases de características de la célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

30

(Ejemplo 15)

El módulo de célula solar fotosensibilizada del Ejemplo 15 con la estructura de la Figura 5 se produjo de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que se omitió la segunda capa conductora del Ejemplo 12 y formó la capa semiconductor porosa 6 sobre la capa aislante porosa 4. Sin embargo, el elemento se formó de manera que se alinearon dieciséis piezas de las capas semiconductoras porosas 6 cada una con un tamaño de 2 mm X 50 mm.

35

El módulo de célula solar obtenido se irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM 1.5) para medir diversas clases de características de la célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

40

(Ejemplo Comparativo 2)

El módulo de célula solar fotosensibilizada mostrado en la Figura 5 se produjo de la siguiente manera.

45

Este módulo de célula solar es el mismo que el del Ejemplo Comparativo 1 excepto que el fotosensibilizador, la adsorción del fotosensibilizador de la capa semiconductor porosa y el electrolito son iguales que en el Ejemplo 12.

El módulo de célula solar obtenido se irradió con luz con una intensidad de 1 kW/m² (simulador solar AM 1.5) para medir diversas clases de características de la célula solar. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

50

[Tabla 4]

| | Corriente de cortocircuito Jsc (mA/cm ²) | Tensión abierta Voc (V) | Factor de carga FF | Eficacia de conversión (%) |
|-----------------------|--|-------------------------|--------------------|----------------------------|
| Ejemplo 12 * | 0,25 | 4,02 | 0,54 | 0,54 |
| Ejemplo 13 * | 0,26 | 4,31 | 0,54 | 0,61 |
| Ejemplo 14 * | 0,27 | 4,22 | 0,52 | 0,59 |
| Ejemplo 15 | 0,13 | 3,92 | 0,51 | 0,26 |
| Ejemplo Comparativo 2 | 0 | 0,3 | 0,12 | 0,00 |

*) que representa la técnica anterior para comprender la invención

REIVINDICACIONES

1. Un módulo de célula solar fotosensibilizada que incluye una pluralidad de células solares fotosensibilizadas cada una de las cuales comprende
- 5 un sustrato conductor (A) que incluye una capa conductora (2), una línea de rayado (10) y un electrodo de extracción (2a), en el que la línea de rayado (10) está interpuesta entre la capa conductora (2) y el electrodo de extracción (2a), estando situado el sustrato conductor (A) sobre un lado opuesto a un lado receptor de luz, y una capa de catalizador (3), una capa aislante porosa (4) que contiene internamente un electrolito, una capa
- 10 semiconductor porosa (6) con un fotosensibilizador adsorbido sobre la misma, que contiene internamente el electrolito, y un miembro de cubierta translúcida (7) situado sobre el lado receptor de luz y laminados directamente en este orden sobre la capa conductora (2), en el que la capa semiconductor porosa (6) de una célula solar fotosensibilizada está conectada eléctrica y directamente a la capa conductora (2) de la otra célula solar fotosensibilizada adyacente, en el que la capa
- 15 semiconductor porosa (6), en un lado de la célula, llega hasta el electrodo de extracción (2a) de la célula vecina y la línea de rayado (10) está cargada con la capa aislante porosa (4) que llega hasta el sustrato (1) en el mismo lado que en el que la capa semiconductor porosa (6) llega hasta la capa conductora (2), consiguiendo de esta manera una conexión eléctrica de la pluralidad de células solares fotosensibilizadas en serie.
2. El módulo de célula solar fotosensibilizada de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fotosensibilizador
- 20 contiene al menos uno de un colorante orgánico y un colorante complejo metálico.
3. El módulo de célula solar fotosensibilizada de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fotosensibilizador contiene al menos uno de Cd, Pb, Sb, In, Ga, S, Se y As.
- 25 4. El módulo de célula solar fotosensibilizada de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el miembro de cubierta translúcida (7) es vidrio templado.
5. El módulo de célula solar fotosensibilizada de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sustrato conductor (A) tiene un sustrato aislante y una capa metálica formada sobre el sustrato aislante y en contacto con la capa de
- 30 catalizador (3).
6. Un método para producir un módulo de célula solar fotosensibilizada caracterizado por comprender:
- 35 una etapa (1) para preparar un sustrato conductor (A) que incluye una capa conductora (2), una línea de rayado (10) y un electrodo de extracción (2a), en el que la línea de rayado (10) está interpuesta entre la capa conductora (2) y el electrodo de extracción (2a), y laminar directamente una capa de catalizador (3), una capa aislante porosa (4) y una capa semiconductor porosa (6) con un haz fotosensibilizador adsorbido sobre la misma, en este orden, sobre la capa conductora (2) del sustrato conductor (A), respectivamente para formar una pluralidad de estructuras laminadas que tienen una región de formación de célula solar sobre las capas conductoras;
- 40 una etapa (2) para cubrir una superficie de la capa semiconductor porosa (6) de cada una de las estructuras laminadas con un miembro de cubierta translúcida (7) situado sobre el lado de recepción de luz y que sella una circunferencia externa entre el sustrato conductor (A) y el miembro de cubierta translúcida (7), y un espacio entre dos regiones de formación de célula solar adyacentes con un miembro de sellado (8); y
- 45 una etapa (3) para inyectar un electrolito en una región interior entre el sustrato conductor (A) y el miembro de cubierta translúcida (7) para impregnar el electrolito en la capa semiconductor porosa (6) y la capa aislante porosa (4), en el que en la etapa (1) un extremo de la capa aislante porosa de una región de formación de célula solar está situado entre la capa conductora (2) de una región de formación de célula solar y uno de la región de formación de otra célula solar adyacente, y un extremo de la capa semiconductor porosa (6) de dicha una región de formación de célula solar está en contacto directamente con la capa conductora (2) de la región de formación de la otra célula solar adyacente para que estén conectadas eléctricamente en serie, en el que la capa semiconductor porosa (6), por un lado de la célula, llega hasta el electrodo de extracción (2a) de una célula vecina y la línea de rayado (10) se carga con la capa aislante porosa (4), llegando hasta el sustrato (1) en el mismo lado en el que la capa semiconductor porosa (6) llega hasta la capa conductora (2).
- 50
- 55

Fig. 1

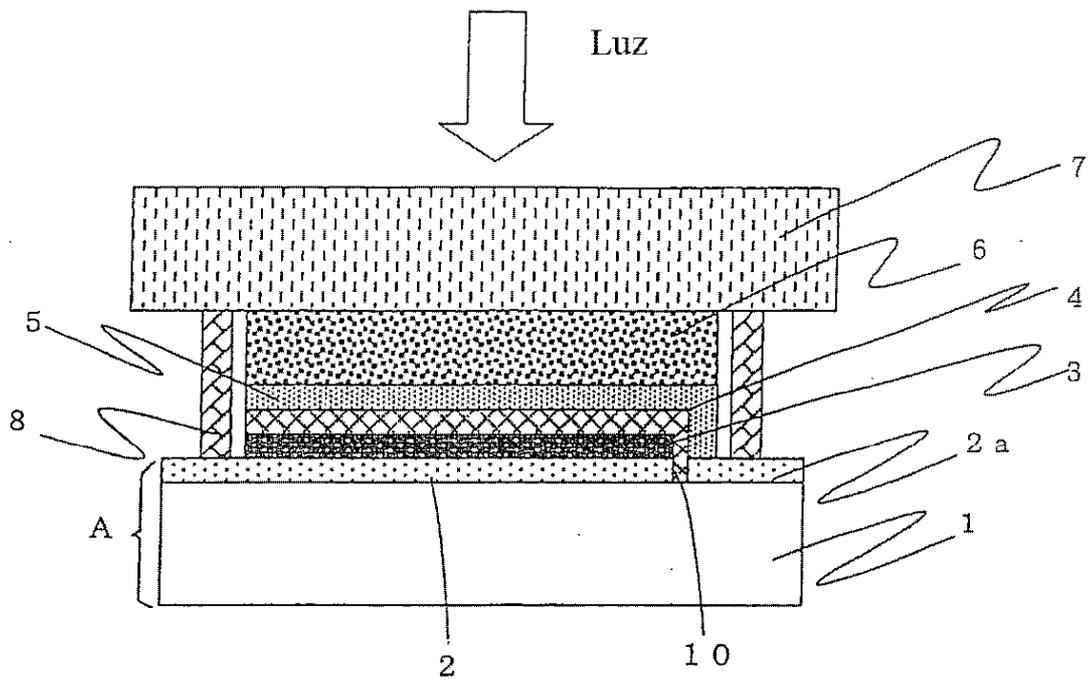


Fig.2

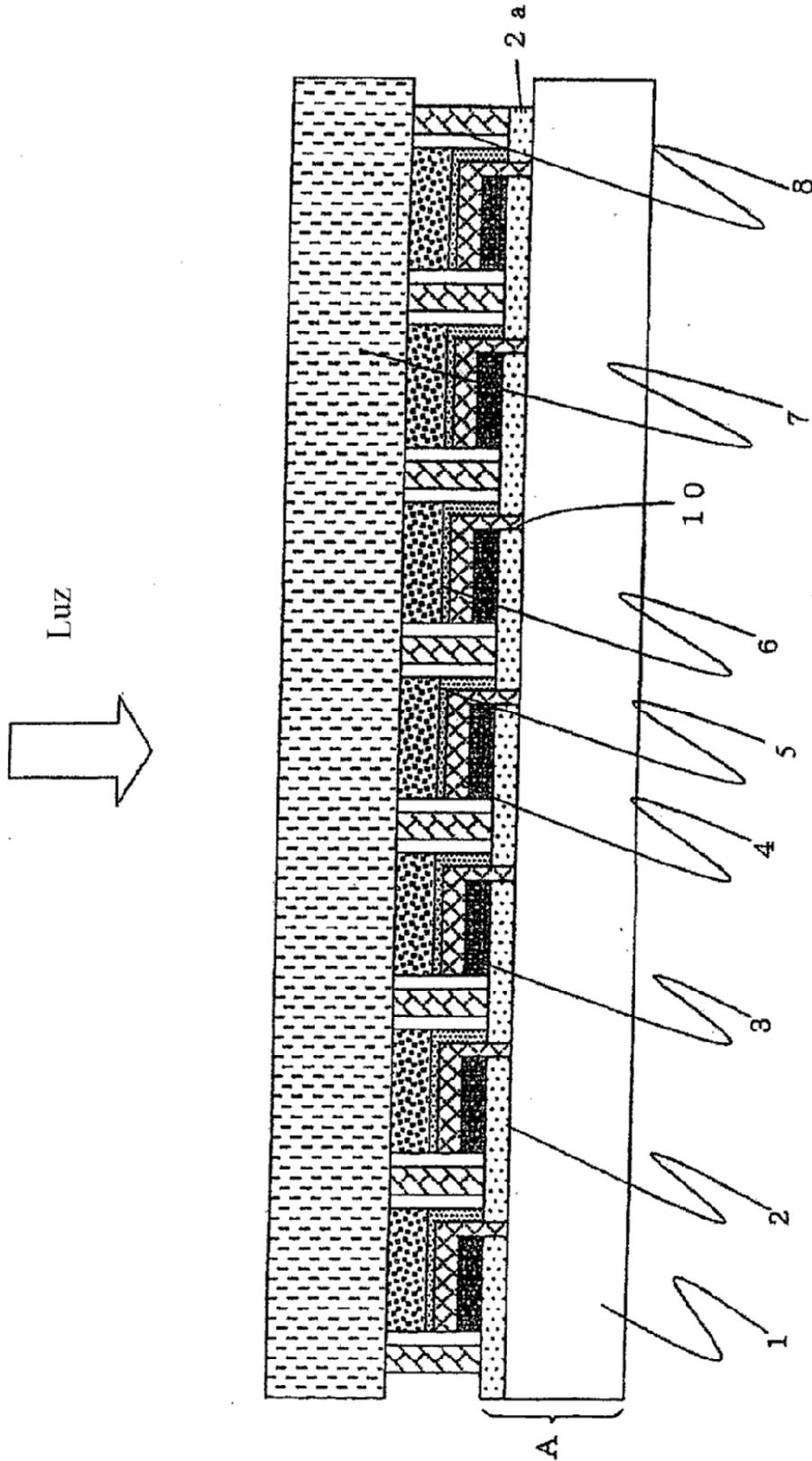


Fig.3

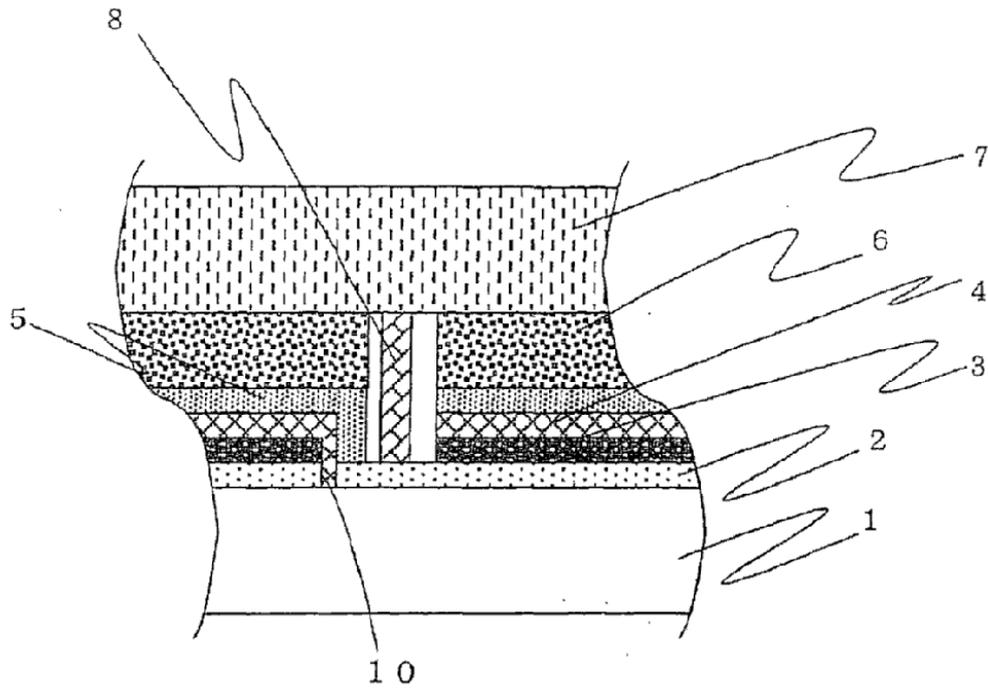


Fig.4

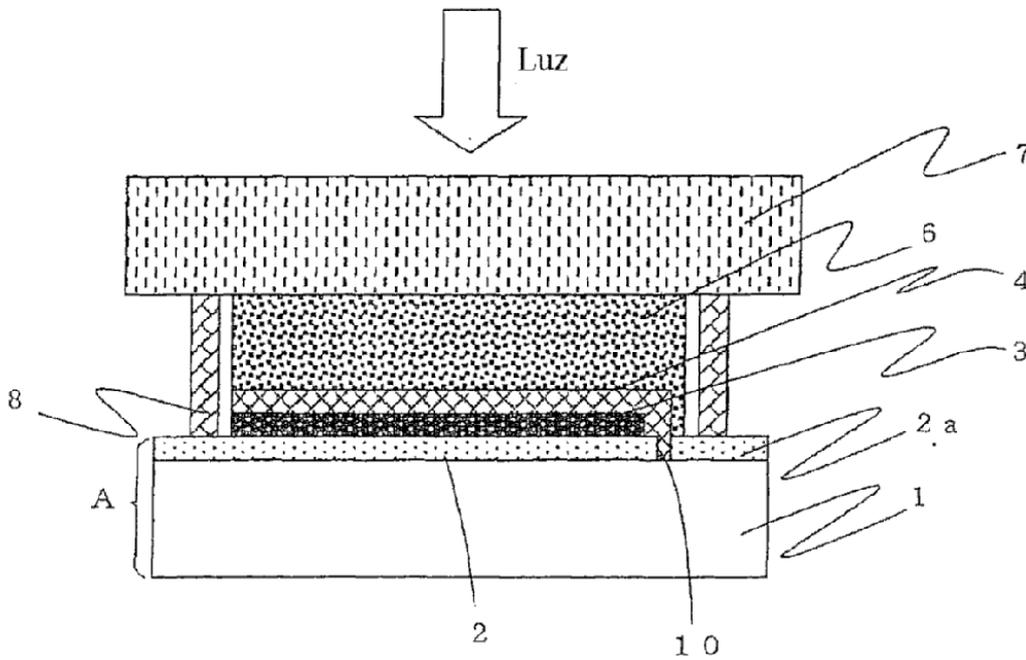


Fig.5

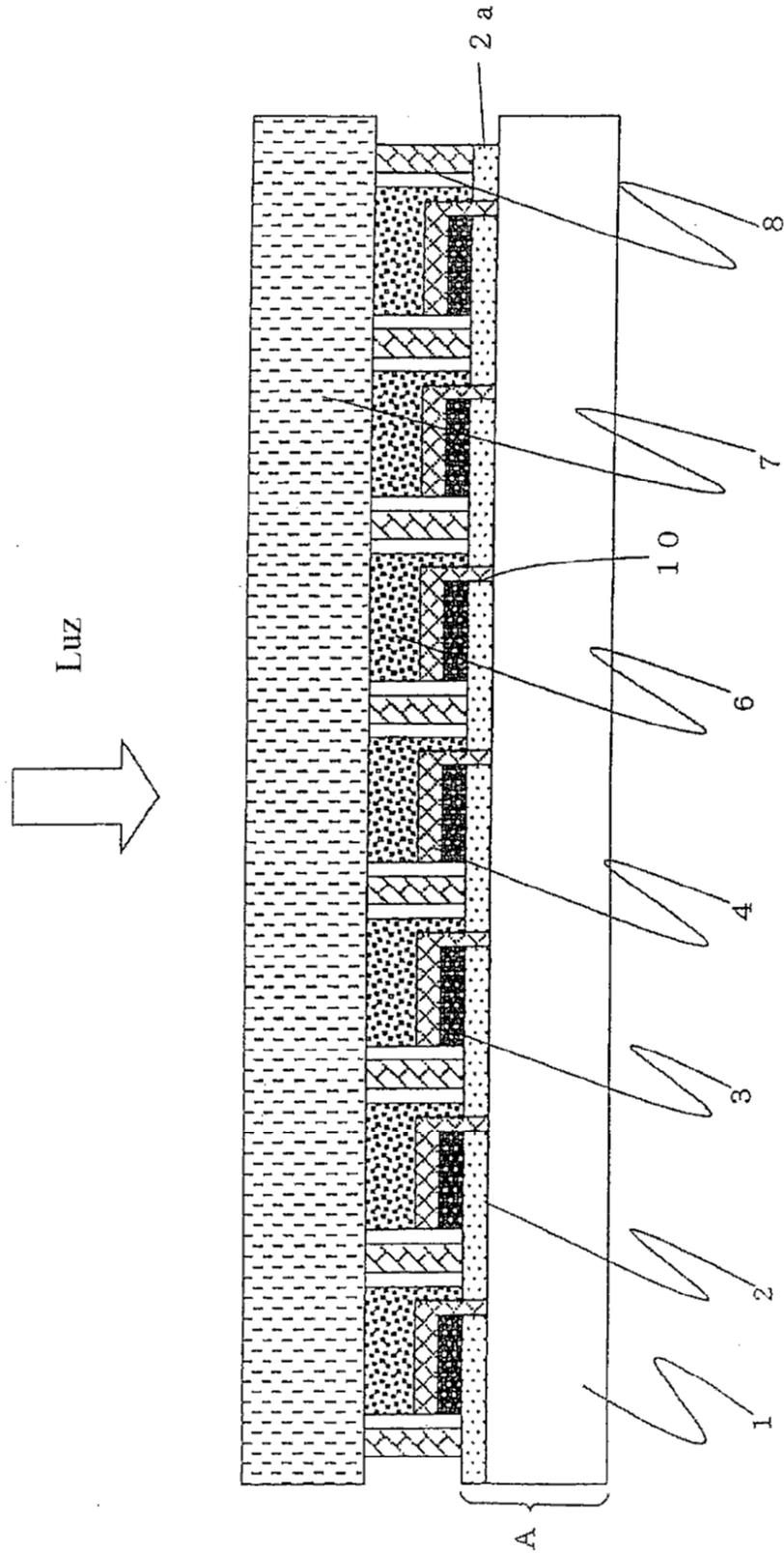


Fig.6

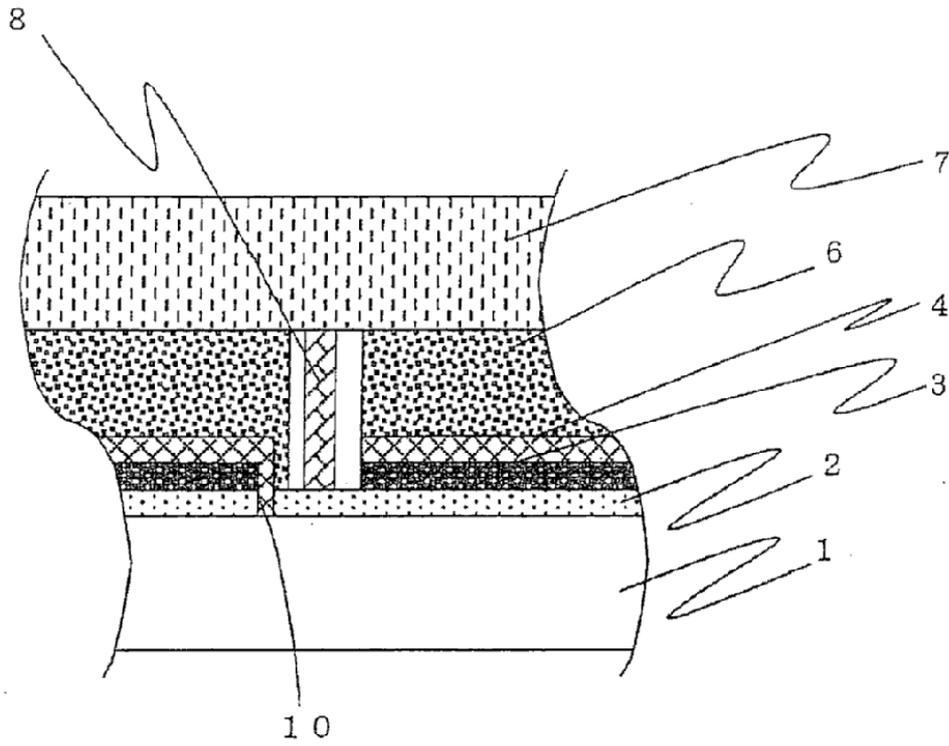


Fig.7

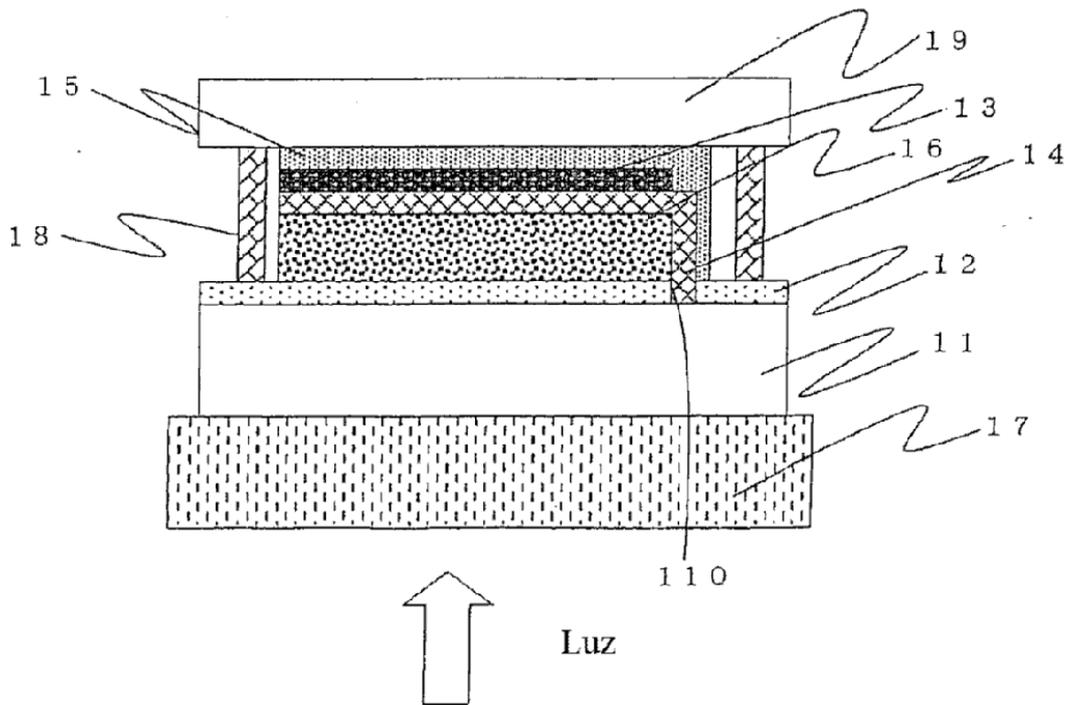


Fig.8

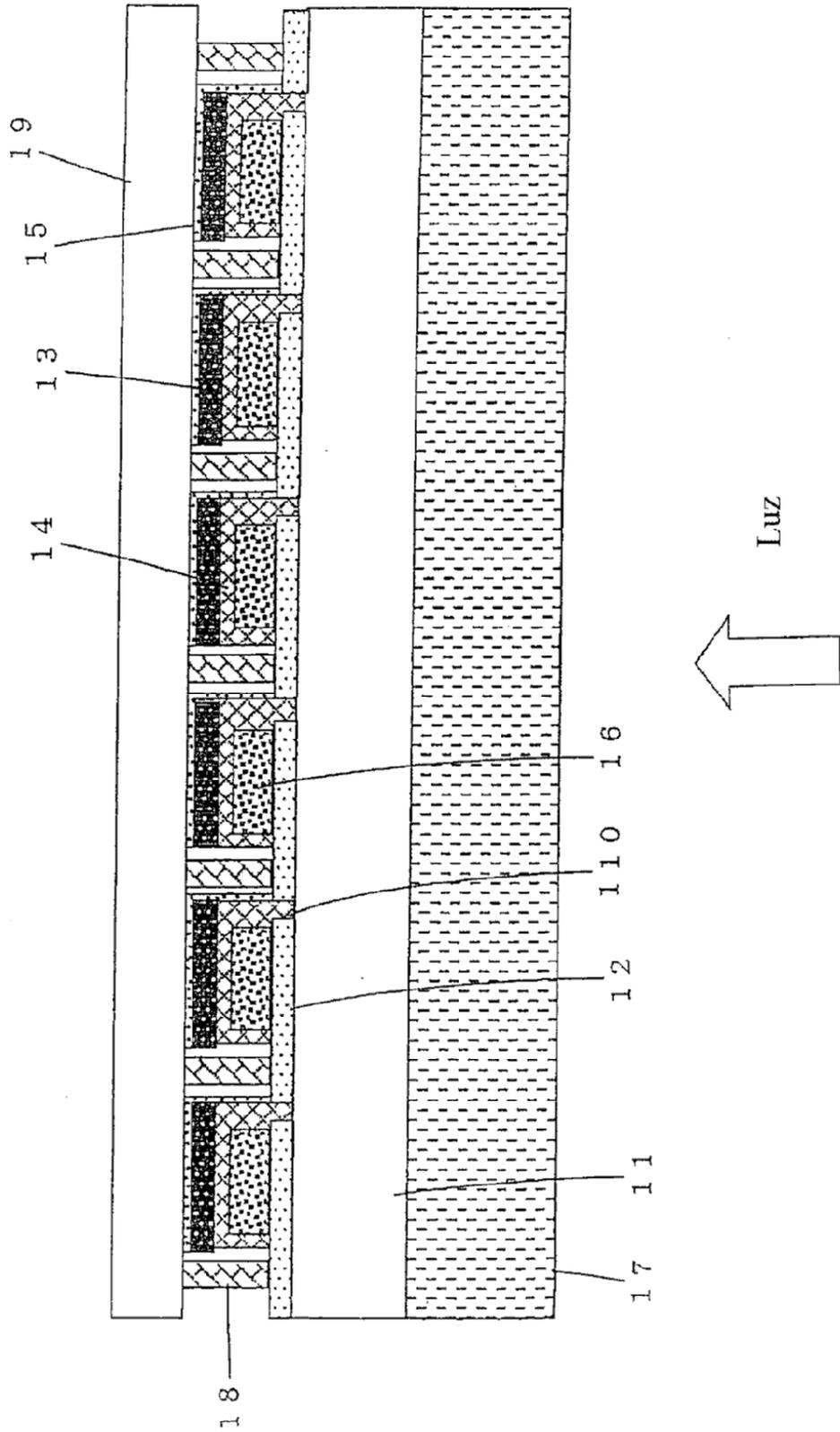


Fig.9

