

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 650**

51 Int. Cl.:

H01G 9/20 (2006.01)

H01M 14/00 (2006.01)

H01L 31/04 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2011 PCT/JP2011/062936**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2011 WO11155441**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2011 E 11792398 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 2581981**

54 Título: **Célula solar de tipo húmedo y módulo de células solares de tipo húmedo**

30 Prioridad:

09.06.2010 JP 2010132247

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

28.10.2020

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;
KOMIYA, RYOICHI y
YAMANAKA, RYOHISUKE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 790 650 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

Célula solar de tipo húmedo y módulo de células solares de tipo húmedo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una batería solar de tipo húmedo y a un módulo de baterías solares de tipo húmedo.

Técnica anterior

10

Una batería solar capaz de convertir la luz solar en potencia eléctrica ha llamado la atención como fuente de energía que reemplaza los combustibles fósiles. Algunas baterías solares que incluyen un sustrato de silicio cristalino y algunas baterías solares de silicio de película delgada se han llevado actualmente a uso práctico. Las primeras, sin embargo, suponen desventajas por el coste elevado de fabricación de un sustrato de silicio y las últimas suponen desventajas por el coste elevado de fabricación dada la necesidad de utilizar diversos gases de fabricación de semiconductores o un aparato complejo. Por lo tanto, aunque los esfuerzos para reducir el coste por producción de potencia generada han continuado mejorando la eficiencia en la conversión fotoeléctrica en cualquier batería solar, los problemas anteriores aún no se han resuelto.

15

20

La patente japonesa abierta a inspección pública n.º 01-220380 (PTL 1) ha propuesto, como batería solar de un tipo nuevo, una batería solar de tipo húmedo a la que se ha aplicado una transferencia de electrones fotoinducida de un complejo metálico. En esta batería solar de tipo húmedo, una capa de conversión fotoeléctrica está intercalada entre electrodos de dos sustratos de vidrio, cada uno de los cuales tiene el electrodo en una superficie de este. La capa de conversión fotoeléctrica está compuesta de un material electrolítico y de un material de conversión fotoeléctrica que

25

tiene un espectro de absorción en una región de luz visible mediante la adsorción de un colorante fotosensibilizante. Dado que la batería solar de tipo húmedo anterior es irradiada con luz, los electrones se generan en la capa de conversión fotoeléctrica y los electrones generados son transferidos al electrodo a través de un circuito eléctrico externo. Los electrones transferidos son transportados al electrodo opuesto por iones en el electrolito y regresan a la

30

capa de conversión fotoeléctrica. La energía eléctrica se extrae a través de una tal serie de flujos de electrones. La batería solar sensibilizada por colorante que se describe en PTL 1, sin embargo, tiene una estructura tan básica que se introduce una solución electrolítica entre sustratos de vidrio opuestos con película conductora transparente. Por lo tanto, a pesar de que es posible crear un prototipo de batería solar que tenga un área pequeña, es difícil aplicar esta estructura a una batería solar que tiene un área tan grande como 1 metro cuadrado. En concreto, a medida que aumenta el área de una única célula de batería solar, una corriente generada aumenta de manera proporcional al área; sin embargo, la disminución de la tensión en una dirección de un plano de la película conductora transparente utilizada para una porción de electrodo aumenta, lo que lleva a un aumento en la resistencia interna en serie como la batería solar. Por consiguiente, se produce un problema como la disminución de FF (factor de llenado) en las características de tensión-corriente en el momento de la conversión fotoeléctrica, así como la disminución de la corriente de cortocircuito y la disminución resultante en la eficiencia en la conversión fotoeléctrica.

35

40

El documento WO97/16838 (PTL 2) ha propuesto un módulo de baterías solares sensibilizada por colorante en el que una pluralidad de baterías solares sensibilizadas por colorante están dispuestas como que están conectadas en serie sobre un sustrato de vidrio con una única película conductora transparente. En este módulo de baterías solares sensibilizada por colorante, una película conductora transparente de una batería solar sensibilizada por colorante y un contraelectrodo de una batería solar sensibilizada con colorante adyacente se ponen en contacto entre sí de modo que ambas baterías solares sensibilizadas con colorante se conecten en serie entre sí. En una batería solar sensibilizada por colorante individual, una capa semiconductor porosa (una capa de óxido de titanio porosa) que sirve como capa de conversión fotoeléctrica, una capa aislante porosa (una capa aislante porosa intermedia) y un contraelectrodo (una capa de catalización) se apilan sucesivamente sobre un sustrato transparente (un sustrato de vidrio) donde una película conductora transparente (un electrodo) forma un patrón en tiras.

45

50

La patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2002-367686 (PTL 3) ha divulgado un módulo de baterías solares sensibilizado por colorante que tiene una estructura integrada como que tiene una película conductora transparente, un primer fotoelectrodo compuesto de un material denso, un segundo fotoelectrodo compuesto de un material poroso (una capa semiconductor porosa), un separador y una capa de catalización (carbono) sobre un sustrato transparente. En este módulo de baterías solares sensibilizada por colorante, formando el primer fotoelectrodo compuesto del material denso directamente debajo del segundo electrodo, se suprime el contacto de un material para la capa de catalización con la película conductora transparente. Así mismo, proporcionando una capa de fotoelectrodo compuesta de partículas finas de tamaño de partícula promedio más pequeño que las partículas finas en el material para una capa de catalización, se evita que las partículas finas en la capa de catalización atraviesen la capa de fotoelectrodo para alcanzar la capa conductora y de esta manera se evita el cortocircuito interno.

55

60

En la batería solar sensibilizada por colorante que se describe en el documento JP 2009 043481 A, el electrodo transparente formado sobre un sustrato translúcido como superficie receptora de luz y su electrodo emparejado están

65

5 dispuestos de manera opuesta con una capa de electrolito entre estos y una película semiconductor porosa con adsorción de colorante está formada al menos parcialmente sobre una superficie no receptora de luz del electrodo transparente. La película semiconductor porosa tiene un orificio pasante que se extiende desde el lado de superficie no receptora de luz hasta el electrodo transparente y el electrodo transparente en el orificio pasante y el electrodo transparente en un área sin película semiconductor porosa están conectados eléctricamente entre sí a través de una capa conductora formada sobre la superficie no receptora de luz de la película semiconductor porosa.

10 En el documento JP 2008 016351 A, un módulo de baterías solares sensibilizado por colorante está provisto de sustratos, electrodos, un transductor fotoeléctrico formado en cada electrodo, una capa aislante intercelular formada entre los transductores fotoeléctricos mutuos, cada uno de los electrodos formado desde por encima del transductor fotoeléctrico sobre el electrodo por debajo de otro transductor fotoeléctrico vecino más allá de la capa aislante intercelular, una capa de sellado intercelular formada entre el sustrato directamente o a través del electrodo sobre la capa aislante intercelular, y una capa de sellado formada sobre la periferia exterior entre los sustratos, en el que el transductor fotoeléctrico tiene una capa de conversión fotoeléctrica compuesta de una capa semiconductor porosa con adsorción de colorante, una capa aislante porosa que contiene un electrolito, y una capa de catalización, en el que el transductor fotoeléctrico es puesto en contacto con la capa aislante intercelular, en el que la capa aislante intercelular está compuesta de una película que no permite que penetre el electrolito y dispuesta entre los electrodos vecinos, y en el que la capa de sellado intercelular está dispuesta en una posición superpuesta con la capa aislante intercelular.

20 Listado de citas

Literatura de patentes

- 25 PTL 1: Patente japonesa abierta a inspección pública n.º 01-220380
 PTL 2: WO97/16838
 PTL 3: Patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2002-367686

30 Sumario de la invención

Problema técnico

35 La batería solar sensibilizada por colorante de PTL 3 tiene una capa conductora que tiene formados el primer fotoelectrodo y el segundo fotoelectrodo (la capa semiconductor porosa). Una porción de capa conductora en contacto con la capa de carbono se aísla mediante trazado por láser o similar. Cada uno del primer electrodo y el segundo electrodo está formado para corresponder a un extremo de una porción aislante de la capa conductora. Cuando se forma un fotoelectrodo mediante serigrafía, se produce una porción pequeña en espesor de película (corrimiento) alrededor de un miembro impreso tal como un fotoelectrodo debido a una propiedad de impresión. Si dicho corrimiento se superpone con una porción aislante de la capa conductora, que es una porción de rebaje del orden submicrónico, el miembro impreso, tal como un fotoelectrodo, se despegue, lo que conduce a la aparición de fallas y una disminución del rendimiento.

40 Cuando una posición donde se va a formar un fotoelectrodo está espaciada de la porción aislante con el fin de suprimir que se despegue, en esa porción, únicamente una capa aislante porosa está presente entre la capa conductora de contraelectrodo y la capa conductora. Como resultado de estudios llevados a cabo por los inventores, se ha descubierto que una incidencia de cortocircuito interno debido al contacto de un material para una capa conductora de contraelectrodo con una capa conductora depende considerablemente del espesor de película de una capa interpuesta entre la capa conductora de contraelectrodo y la capa conductora. Por lo tanto, se ha descubierto que el cortocircuito interno se produce, con frecuencia, sobre la capa conductora donde únicamente está presente la capa aislante porosa, lo que provoca una disminución significativa del rendimiento.

45 Así mismo, como se divulga en PTL 3, a medida que se forma el primer fotoelectrodo, que es una capa densa, el cortocircuito interno disminuye, mientras que una cantidad de adsorción de un colorante en una porción con la intensidad de luz lo más alta disminuye y una corriente generada disminuye.

50 Además, los presentes inventores han llevado a cabo estudios sobre una incidencia de cortocircuito interno entre la capa conductora de contraelectrodo y la capa conductora y han revelado que una incidencia de cortocircuito interno depende de un espesor de película y de un área de una capa presente entre la capa conductora de contraelectrodo y la capa conductora. En concreto, se ha revelado que el cortocircuito interno se produce, con frecuencia, en el caso en el que únicamente está presente una capa aislante porosa entre la capa conductora de contraelectrodo y la capa conductora, lo que provoca una disminución significativa del rendimiento.

55 De esta manera, cuando una periferia exterior no ubicada en un lado de la línea de trazado de las periferias externas de la capa conductora de contraelectrodo que sobresale sobre una superficie receptora de luz es mayor que una periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica que sobresale de manera similar sobre la superficie receptora de luz, la capa conductora de contraelectrodo que se extiende fuera de la capa de conversión fotoeléctrica incluye

únicamente una capa aislante porosa entre la propia capa conductora de contraelectrodo y la capa conductora. Por lo tanto, cuando la capa aislante porosa tiene un espesor pequeño, el cortocircuito interno se produce, con frecuencia, sobre la capa conductora en esta porción y el rendimiento disminuye considerablemente.

- 5 De manera alternativa, cuando la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica que sobresale sobre la superficie receptora de luz es mayor que la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo que sobresale sobre la superficie receptora de luz, una porción donde está ausente un contraelectrodo está presente en una porción generadora de potencia del electrodo y, de este modo, el rendimiento disminuye significativamente.

10 Solución al problema

La presente invención se realizó en vista de los problemas anteriores y un objeto de esta es proporcionar una batería solar de tipo húmedo capaz de lograr la supresión de la aparición de fallas debida a cortocircuitos internos y mejorar el rendimiento y proporcionar una módulo de baterías solares de tipo húmedo que incluya la batería solar de tipo húmedo.

15 El problema es resuelto por las enseñanzas de la reivindicación independiente. La realización adicional se define en la reivindicación dependiente. La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. Las referencias a realizaciones que no se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones deben entenderse como ejemplos útiles para la comprensión de la invención.

20 Una batería solar de tipo húmedo de acuerdo con la presente divulgación incluye un soporte compuesto de un material transmisor de luz y un apilamiento en el que una capa conductora, una capa de conversión fotoeléctrica compuesta de un semiconductor poroso, una capa aislante porosa y una capa conductora de contraelectrodo están apiladas en este orden sobre el soporte, la capa conductora tiene una primera región sobre la que está apilada la capa de conversión fotoeléctrica y una segunda región sobre la que no está apilada la capa de conversión fotoeléctrica, estando una línea de trazado situada entre estas, y la capa de conversión fotoeléctrica está apilada sobre una parte de una superficie de la primera región y una distancia D desde una porción periférica de la primera región que está orientada hacia la línea de trazado hasta una porción periférica de la capa de conversión fotoeléctrica no es menor de 50 µm. Preferentemente, la distancia D no es mayor de 500 µm.

Preferentemente, un espesor de película Y de la capa aislante porosa satisface

$$Y \geq 0,02D + 6,5 \quad \dots(1)$$

(donde Y representa un espesor de película (µm) de la capa aislante porosa y D representa la distancia D (µm)).

Preferentemente, la distancia D excede 500 µm y el espesor de película Y de la capa aislante porosa satisface

$$Y \geq 16,5 \quad \dots(2)$$

(donde Y representa un espesor de película (µm) de la capa aislante porosa y D representa la distancia D (µm)).

45 Una batería solar de tipo húmedo de acuerdo con la presente divulgación incluye un soporte compuesto de un material transmisor de luz y un apilamiento en el que una capa conductora, una capa de conversión fotoeléctrica compuesta de un semiconductor poroso, una capa aislante porosa y una capa conductora de contraelectrodo están apiladas en este orden sobre el soporte, la capa conductora tiene una primera región sobre la que está apilada la capa de conversión fotoeléctrica y una segunda región sobre la que no está apilada la capa de conversión fotoeléctrica, estando una línea de trazado situada entre estas, y la capa de conversión fotoeléctrica está apilada sobre una parte de una superficie de la primera región y una distancia A desde una periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo que sobresale sobre una superficie receptora de luz en un lado que no está orientado hacia la línea de trazado hasta una periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica no es mayor de 500 µm. Cuando la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica está ubicada dentro de la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo, preferentemente, la distancia A y un espesor de película Y de la capa aislante porosa satisfacen

$$Y \geq 0,02A + 6,5 \quad \dots(3)$$

(donde Y representa un espesor de película (µm) de la capa aislante porosa y A representa la distancia A (µm)).

60 Una batería solar de tipo húmedo de acuerdo con la presente divulgación incluye un soporte compuesto de un material transmisor de luz y un apilamiento en el que una capa conductora, una capa de conversión fotoeléctrica compuesta de un semiconductor poroso, una capa aislante porosa y una capa conductora de contraelectrodo están apiladas en este orden sobre el soporte, la capa conductora tiene una primera región sobre la que está apilada la capa de conversión fotoeléctrica y una segunda región sobre la que no está apilada la capa de conversión fotoeléctrica, estando una línea de trazado situada entre estas, la capa de conversión fotoeléctrica está apilada sobre una parte de una superficie de la primera región y una distancia A desde una periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo

que sobresale sobre una superficie receptora de luz en un lado que no está orientado hacia la línea de trazado hasta una periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica excede 500 μm , y la capa aislante porosa tiene un espesor de película que no es menor de 16,5 μm .

5 De acuerdo con la presente divulgación, se proporciona un módulo de baterías solares de tipo húmedo en el que dos o más baterías solares de tipo húmedo están conectadas en serie, incluyendo el módulo al menos una batería solar de tipo húmedo de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores, y estando la conexión en serie formada de modo que una capa conductora de contraelectrodo de una batería solar de tipo húmedo de baterías solares de tipo húmedo adyacentes esté conectada eléctricamente a una capa conductora de la otra batería solar de tipo húmedo.

10

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, se puede proporcionar una batería solar de tipo húmedo capaz de lograr la supresión de la aparición de fallas debida a cortocircuitos internos y mejorar el rendimiento, siendo una distancia A definida anteriormente en una batería solar de tipo húmedo no mayor de 500 μm o siendo una distancia D definida anteriormente no menor de 50 μm . Así mismo, se puede proporcionar un módulo de baterías solares de tipo húmedo que incluya la batería solar de tipo húmedo.

15

Breve descripción de los dibujos

20

La figura 1 es (a) una vista esquemática en sección transversal que muestra una estructura en capas de una batería solar de tipo húmedo de acuerdo con la presente invención y (b) una vista superior cuando la batería solar de tipo húmedo en (a) es vista desde un lado de superficie no receptora de luz.

25

La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal que muestra una estructura en capas de un módulo de baterías solares de tipo húmedo de acuerdo con la presente invención.

La figura 3 es un gráfico que muestra la relación entre una distancia D y un espesor de película Y de una capa aislante porosa.

La figura 4 es un gráfico que muestra la relación entre una distancia A y el espesor de película Y de la capa aislante porosa.

30

Descripción de las realizaciones

35

Se describirá una realización adecuada de la presente invención con referencia a los dibujos. Se observa que esta realización es a modo de ejemplo y son posibles realizaciones en diversas formas dentro del alcance de la presente invención. Un elemento que tiene el mismo carácter de referencia asignado en los dibujos de la presente solicitud muestra el mismo elemento o el correspondiente.

<Batería solar de tipo húmedo>

40

La figura 1 (a) es una vista esquemática en sección transversal que muestra una estructura en capas de una batería solar de tipo húmedo (en lo sucesivo, también denominada "batería solar" o "batería solar sensibilizada por colorante") de acuerdo con la presente invención y la figura 1 (b) es un diagrama cuando la batería solar de tipo húmedo de la figura 1 (a) es vista desde un lado de superficie no receptora de luz.

45

Como se muestra en la figura 1 (a), una batería solar de tipo húmedo de acuerdo con la presente invención incluye un soporte 1 y un apilamiento formado sobre el soporte 1. Este apilamiento es tal que una capa conductora 2, una capa de conversión fotoeléctrica 4, una capa aislante porosa 5 y una capa conductora de contraelectrodo 6 están apiladas en este orden. Una capa de cubierta 7 está provista sobre la capa conductora de contraelectrodo 6 y un material de sellado 8 está provisto sobre cada uno de los lados opuestos del apilamiento.

50

En la batería solar de tipo húmedo de acuerdo con la presente invención, la capa conductora 2 está dividida por una línea de trazado 3 en una primera región 2a en la que está apilada la capa de conversión fotoeléctrica 4 y una segunda región 2b en la que no está apilada la capa de conversión fotoeléctrica 4. La capa de conversión fotoeléctrica 4 está apilada sobre una parte de una superficie de la primera región 2a de la capa conductora 2. En concreto, la primera región 2a incluye una porción sobre la que está apilada la capa de conversión fotoeléctrica 4 y una porción sobre la que no está apilada la capa de conversión fotoeléctrica 4. La presente invención está caracterizada por que una distancia D desde una porción periférica de la primera región 2a orientada hacia la línea de trazado 3 hasta una porción periférica de la capa de conversión fotoeléctrica 4 no es menor de 50 μm .

55

60

La distancia D se refiere a una distancia entre una línea promedio de un límite de la capa de conversión fotoeléctrica 4 orientado hacia un lado de la línea de trazado 3 y una línea promedio de un límite de la línea de trazado 3 orientado hacia un lado de la capa de conversión fotoeléctrica 4 de la primera región 2a.

65

Cuando la distancia D es menor de 50 μm , sucede el corrimiento provocado durante la impresión, la tinta se corre debido a la disminución de la precisión de impresión y del rendimiento de impresión, o similares. De esta manera, una parte de un semiconductor poroso que forma la capa de conversión fotoeléctrica se superpone con la línea de trazado

ES 2 790 650 T3

y se despegan durante un proceso de secado, calcinación o similar, lo que provoca fallas o una disminución del rendimiento.

5 La distancia D preferentemente no es mayor de 500 μm . Cuando la distancia D no es mayor de 500 μm , se puede suprimir el cortocircuito entre la capa conductora 2 y la capa conductora 6 del contraelectrodo. En este caso, la relación en la Ecuación (1) a continuación se satisface preferentemente.

$$Y \geq 0,02D + 6,5 \quad \dots(1)$$

10 (donde Y representa un espesor de película (μm) de la capa aislante porosa y D representa la distancia D (μm), $50 \leq D \leq 500$).

15 De acuerdo con los estudios llevados a cabo por los inventores, una porción, donde una capa de catalización y una capa conductora presentes en un lado de superficie receptora de luz están cortocircuitadas entre sí y se producen fugas físicas, está entre la línea de trazado y la capa de conversión fotoeléctrica, y un área grande de esta porción conduce a una mayor probabilidad de fugas. Por lo tanto, el espesor de película de una capa aislante porosa debería aumentarse con el aumento del área de esta porción y una expresión relacional de esta se expresa en (1).

20 Por otro lado, se ha descubierto que, cuando D excede 500 μm , la probabilidad de fugas se vuelve constante y las fugas no se producen garantizando que el espesor de película Y de la capa aislante porosa satisfaga la Ecuación (2) a continuación.

$$Y \geq 16,5 \quad \dots(2)$$

25 (donde Y representa un espesor de película (μm) de la capa aislante porosa y D representa la distancia D (μm)).

30 Se observa que el espesor de película Y de la capa aislante porosa se refiere a una distancia vertical desde una superficie de la capa conductora 2 hasta una superficie más exterior de la capa aislante porosa 5 y al espesor de una capa en una porción de la primera región 2a en la que la capa de conversión fotoeléctrica no está apilada.

35 Así mismo, como se muestra en la figura 1 (b), la presente invención está caracterizada por que la distancia A desde la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo que sobresale sobre la superficie receptora de luz en el lado que no está orientado hacia la línea de trazado 3 hasta la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica no es mayor de 500 μm .

Específicamente, la distancia A se refiere a una distancia desde una línea promedio de la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica 4 en el lado que no está orientado hacia el lado de la línea de trazado 3 hasta una línea promedio de la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica 4.

40 La distancia A se refiere a una distancia desde la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo que sobresale sobre la superficie receptora de luz en el lado que no está orientado hacia el lado de la línea de trazado hasta la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica que no está orientada hacia el lado de la línea de trazado y está caracterizada por que no es mayor de 500 μm . La distancia A preferentemente no es mayor de 100 μm . Cuando la distancia excede 500 μm , un área de una porción donde una capa conductora de contraelectrodo (un electrodo positivo) no está ubicada sobre la capa de conversión fotoeléctrica (un electrodo negativo) aumenta y una distancia de recorrido de una solución electrolítica se hace larga, lo cual no es preferente. Dado que la distancia de recorrido de una composición de solución electrolítica debido al movimiento browniano es de varios cientos de μm , el rendimiento disminuye significativamente debido a la caída de tensión provocada por el movimiento de la composición de solución electrolítica en el caso en el que la distancia A exceda 500 μm .

50 Cuando la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica está ubicada dentro de la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo y cuando la distancia A no es mayor de 500 μm , las fugas entre la capa conductora de contraelectrodo y la capa conductora pueden suprimirse satisfaciendo la relación en la Ecuación (3) a continuación.

55
$$Y \geq 0,02A + 6,5 \quad \dots(3)$$

(donde Y representa un espesor de película (μm) de la capa aislante porosa y A representa la distancia A (μm)).

60 De acuerdo con los estudios llevados a cabo por los inventores, la capa de catalización y la capa conductora presentes en el lado de superficie receptora de luz están cortocircuitadas y se producen fugas físicas en una porción de la capa conductora de contraelectrodo que se extiende fuera de la capa de conversión fotoeléctrica. Un área grande de esta porción que se extiende fuera conduce a una mayor probabilidad de fugas. Por lo tanto, el espesor de película de la capa aislante porosa debería aumentarse con el aumento del área de esta porción y una expresión relacional de esta se expresa en (3).

65 Por otro lado, se ha descubierto que, cuando A excede 500 μm , la probabilidad de fugas se vuelve constante y las

fugas no se producen garantizando que un espesor de película de la capa aislante porosa no es menor de 16,5 µm. En concreto, la presente invención está caracterizada por que una capa aislante porosa tiene un espesor de película no menor de 16,5 µm en el caso en el que la distancia A exceda 500 µm.

5 Se observa que el espesor de película Y de la capa aislante porosa se refiere a una distancia vertical desde la superficie de la capa conductora 2 hasta la superficie más exterior de la capa aislante porosa 5 y al espesor de una capa aislante porosa en una porción de la primera región 2a en la que la capa de conversión fotoeléctrica 4 no está apilada. En lo sucesivo, se describirá en detalle cada característica de la batería solar de tipo húmedo de acuerdo con la presente invención.

10 <Soporte>

Dado que el soporte 1 debería tener una propiedad transmisora de luz en su porción que sirve como superficie receptora de luz de una batería solar, preferentemente, este está compuesto de un material que tiene al menos una propiedad transmisora de luz y tiene un espesor aproximadamente de 0,2 a 5 µm.

15 Un material que forma el soporte 1 no está particularmente limitado siempre que el material pueda utilizarse generalmente para una batería solar y pueda exhibir un efecto de la presente invención. Los ejemplos de tal material incluyen, por ejemplo, un sustrato de vidrio de vidrio de sosa, vidrio de sílice fundida, vidrio de sílice cristalina y similares, una placa de resina resistente al calor, tal como una película flexible, y similares.

20 Los ejemplos de un material que forma la película flexible (en lo sucesivo, también denominada "película") incluyen tetraacetilcelulosa (TAC), tereftalato de polietileno (PET), sulfuro de polifenileno (PPS), policarbonato (PC), poliariato (PA), polieterimida (PEI), resina fenoxi, politetrafluoroetileno (PTFE) y similares.

25 En un caso en el que se forman otras capas sobre el soporte 1 mediante calentamiento, por ejemplo, en el caso de formar la capa conductora 2 sobre el soporte 1 mediante calentamiento a aproximadamente 250 °C, entre los materiales que forman la película flexible, es particularmente preferente el politetrafluoroetileno (PTFE) que tiene una resistencia al calor no menor de 250 °C.

30 Así mismo, el soporte 1 se puede utilizar cuando una batería solar completada se une a otra estructura. En concreto, una porción periférica del soporte 1, tal como un sustrato de vidrio, se puede unir fácilmente a otro soporte 1 utilizando una pieza trabajada en metal y un tornillo.

35 <Capa conductora>

La capa conductora 2 sirve como superficie receptora de luz de una batería solar y debe tener una propiedad transmisora de luz y, de este modo, está compuesta de un material transmisor de luz. Se observa que únicamente debería emplearse cualquier material que permita sustancialmente el paso de la luz de una longitud de onda al menos eficazmente sensible a un colorante sensibilizante que se describirá más adelante y que la capa conductora no necesariamente tiene que tener una propiedad para transmitir luz en todas las regiones de longitud de onda.

40 Un material transmisor de luz que forma la capa conductora 2 no está particularmente limitado siempre que el material pueda utilizarse generalmente para una batería solar y pueda exhibir un efecto de la presente invención. Los ejemplos de tal material incluyen óxido compuesto de indio-estaño (ITO), óxido de estaño dopado con flúor (FTO), óxido de zinc (ZnO) y similares.

45 Una estructura en la que la capa conductora 2 está apilada sobre el soporte 1 puede denominarse en el presente documento un sustrato de electrodo transparente 11. Específicamente, un ejemplo de tal sustrato de electrodo transparente 11 es un sustrato de electrodo transparente en el que la capa conductora 2 compuesta de FTO está apilada sobre el soporte 1 compuesto de vidrio flotado de cal sodada, que se emplea adecuadamente en la presente invención.

50 La capa conductora 2 tiene un espesor de película preferentemente aproximadamente de 0,02 a 5 µm y una resistencia de película deseablemente lo más baja posible, preferentemente no mayor de 40 Ω/cuadro.

55 Para lograr una menor resistencia, la capa conductora 2 puede estar provista de una máscara metálica. Los ejemplos de un material para la máscara metálica incluyen platino, oro, plata, cobre, aluminio, níquel, titanio y similares. Cabe destacar que, en el caso en el que la disminución de una cantidad de luz incidente sobre una superficie receptora de luz se deba a que está provista una máscara metálica, la máscara metálica tiene preferentemente un espesor aproximadamente de 0,1 a 4 µm.

60 <Línea de trazado>

65 La línea de trazado 3 se forma cortando una película conductora que forma una capa conductora con trazado por láser. La línea de trazado 3 divide la capa conductora 2 en la primera región 2a que incluye una porción en la que está

apilada la capa de conversión fotoeléctrica 4, que se describirá más adelante, y una porción en la que no está apilada la capa de conversión fotoeléctrica 4 y la segunda región 2b en la que no está formada la capa de conversión fotoeléctrica 4. Aunque depende del tamaño o similar de una batería solar de tipo húmedo, una distancia entre la primera región 2a y la segunda región 2b, entre las que está situada la línea de trazado 3 (una anchura de la línea de trazado), es, por ejemplo, aproximadamente de 10 µm a 200 µm.

<Capa de conversión fotoeléctrica>

La capa de conversión fotoeléctrica 4 se obtiene adsorbiendo un colorante o un punto cuántico a una capa compuesta de un semiconductor poroso y llenando la capa con un material de transporte de portadores.

<Semiconductor poroso>

El semiconductor poroso está compuesto de un semiconductor. Se pueden emplear diversas formas, tales como una forma de granel, una forma de partícula y una forma de película que tiene numerosos poros pequeños; sin embargo, es preferente una forma de película que tenga numerosos poros pequeños.

Un material semiconductor que forma un semiconductor poroso no está particularmente limitado siempre que el material se utilice generalmente como material para conversión fotoeléctrica. Los ejemplos de tal material incluyen un compuesto tal como óxido de titanio, óxido de cinc, óxido de estaño, óxido de hierro, óxido de niobio, óxido de cerio, óxido de tungsteno, óxido de níquel, titanato de estroncio, sulfuro de cadmio, sulfuro de plomo, sulfuro de cinc, fosfuro de indio, sulfuro de cobre e indio (CuInS_2), CuAlO_2 y SrCu_2O_2 y combinaciones de estos. Entre estos, óxido de titanio, óxido de cinc, óxido de estaño y óxido de niobio son preferentes, y óxido de titanio es particularmente preferente desde un punto de vista de la eficiencia, estabilidad y seguridad de la conversión fotoeléctrica. Así mismo, estos materiales semiconductores también se pueden emplear como una mezcla de dos o más tipos.

En la presente invención, el óxido de titanio abarca diversos óxidos de titanio estrechamente definidos, tales 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, óxido de titanio hidratado y similares, y pueden utilizarse solos o como una mezcla. Dos tipos de sistemas cristalinos de tipo anatasa y de tipo rutilo pueden estar en cualquier forma dependiendo de un método de fabricación de estos o de histéresis térmica; sin embargo, el tipo anatasa es general.

Desde un punto de vista de obtener un área de superficie efectiva lo suficientemente grande con respecto a un área que sobresale, las partículas finas tienen un tamaño de partícula promedio preferentemente no menor de 5 nm y menor de 50 nm (preferentemente no menor de 10 nm y no mayor de 30 nm). Utilizando partículas tan finas, la luz incidente puede convertirse en energía eléctrica con alto rendimiento.

Se observa que el tamaño de partícula promedio en el presente documento se refiere a un valor determinado en función de un pico de difracción en XRD (difracción de rayos X). Específicamente, un tamaño de partícula promedio se calcula a partir de la media anchura de un ángulo de difracción en la medición $9/2\theta$ en XRD y de la Ecuación de Scherrer. Por ejemplo, en un caso de óxido de titanio de tipo anatasa, únicamente debería medirse una media anchura de un pico de difracción correspondiente a un plano (101) ($2\theta =$ alrededor de $25,3^\circ$).

La propiedad de dispersión de luz de la capa de conversión fotoeléctrica compuesta de un semiconductor poroso puede ajustarse mediante un tamaño de partícula (un tamaño de partícula promedio) de un material semiconductor utilizado para formar la capa.

Aunque depende de una condición para formar la capa de conversión fotoeléctrica compuesta de un semiconductor poroso, específicamente en el caso de incluir un semiconductor poroso formado a partir de partículas semiconductoras de gran tamaño de partícula promedio, una propiedad de dispersión de luz es alta, la luz incidente se puede dispersar y, por lo tanto, se puede mejorar la tasa de captura de la luz. De manera alternativa, una capa semiconductoras porosa formada a partir de partículas semiconductoras de tamaño de partícula promedio pequeño tiene una propiedad de baja dispersión de luz y un mayor número de puntos de adsorción de colorante de modo que se pueda aumentar la cantidad de adsorción.

Por lo tanto, en la presente invención, una capa formada por partículas semiconductoras que tienen un tamaño de partícula promedio preferentemente no menor de 50 nm y más preferentemente no menor de 50 nm y no mayor de 600 nm sobre un cuerpo sinterizado policristalino formado por partículas finas. De esta manera, un semiconductor poroso que forma la capa de conversión fotoeléctrica en la presente invención puede tener una estructura de apilamiento.

El tamaño de partícula promedio de un material semiconductor poroso no está particularmente limitado siempre que esté dentro del intervalo preferentemente capaz de exhibir un efecto de la presente invención. Es aún más preferente un tamaño de partícula promedio uniforme en cierta medida como en el caso de polvos de material semiconductor disponibles comercialmente, desde un punto de vista del uso efectivo de la luz incidente para la conversión fotoeléctrica.

5 Generalmente, una capa aislante está provista entre la capa de conversión fotoeléctrica compuesta de un semiconductor poroso y el contraelectrodo. Como se divulga en la patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2007-194039, sin embargo, una capa única de una capa conductora de contraelectrodo o una capa conductora
 10 puede estar formada sobre una capa de conversión fotoeléctrica que contiene un semiconductor poroso formado por partículas finas que tienen un gran tamaño de partícula (aproximadamente de 100 nm a 500 nm en la presente invención). Una capa de conversión fotoeléctrica que contiene un semiconductor poroso que tiene una alta propiedad de dispersión de luz, en particular una capa de conversión fotoeléctrica en contacto con la capa conductora de
 15 contraelectrodo 6, puede tener una resistencia mecánica baja, pues un material semiconductor que forma la capa de conversión fotoeléctrica tiene un gran tamaño de partícula promedio. Entonces, puede surgir un problema como la estructura de una batería solar. En tal caso, la capa de conversión fotoeléctrica puede fortalecerse mecánicamente mezclando un material semiconductor de tamaño de partícula promedio más pequeño con un material semiconductor de tamaño de partícula promedio grande, por ejemplo, en una proporción de 10 % en porcentaje en peso o menor.

20 Aunque un espesor de película de la capa de conversión fotoeléctrica (capa semiconductor porosa) no está particularmente limitado, desde un punto de vista de la eficiencia de conversión fotoeléctrica, el espesor de película es preferentemente aproximadamente de 0,5 a 50 µm. En particular, en el caso de proporcionar una capa que tenga una alta propiedad de dispersión de luz y formada por partículas semiconductoras que tengan un tamaño de partícula promedio no menor de 50 nm, la capa tiene un espesor de película preferentemente de 0,1 a 40 µm y más
 25 preferentemente de 5 a 20 µm. En el caso de proporcionar una capa formada por partículas semiconductoras que tengan un tamaño de partícula promedio no menor de 5 nm y menor de 50 nm, la capa tiene un espesor de película preferentemente de 0,1 a 50 µm y más preferentemente de 10 a 40 µm.

30 Con el fin de mejorar la eficiencia de conversión fotoeléctrica de una batería solar de tipo húmedo, es necesario formar la capa de conversión fotoeléctrica con un colorante que se describirá más adelante adsorbido a un semiconductor poroso en una mayor cantidad. Por lo tanto, es preferente un semiconductor poroso en forma de película que tenga un área de superficie específica grande, siendo el área de superficie específica preferentemente aproximadamente de 10 a 200 m²/g.

35 <Fotosensibilizador>

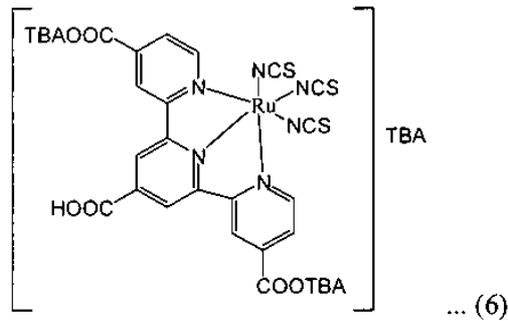
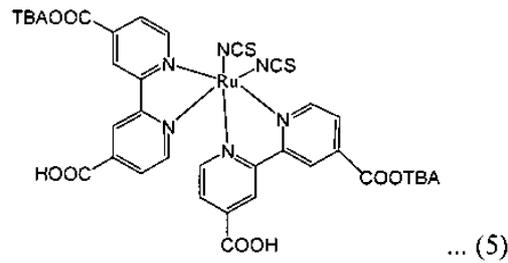
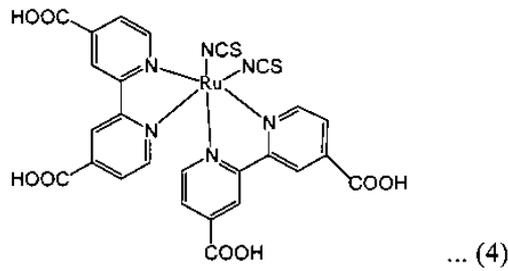
Los ejemplos de un colorante que funciona como fotosensibilizador, que será adsorbido a un semiconductor poroso, incluyen colorantes orgánicos que tienen absorbibilidad en diversas regiones de luz visible y/o regiones infrarrojas, colorantes de complejos metálicos y similares, y uno, dos o más tipos de estos colorantes se pueden emplear de
 40 manera selectiva.

Los ejemplos de un colorante orgánico incluyen un colorante a base de azo, un colorante a base de quinona, un colorante a base de quinona-imina, un colorante a base de quinacridona, un colorante a base de escuarilio, un colorante a base de cianina, un colorante a base de merocianina, un colorante a base de trifenilmetano, un colorante a base de xanteno, un colorante a base de porfirina, un colorante a base de perileno, un colorante a base de indigo, un colorante a base de ftalocianina, un colorante a base de naftalocianina y similares.

45 Un colorante orgánico es generalmente más alto en coeficiente de extinción que un colorante de complejos metálicos en una forma tal que una molécula se coordina con un metal de transición.

Los ejemplos de un colorante de complejos metálicos incluyen un colorante en el que una molécula se coordina con un metal tal 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, Rh y similares. Entre estos, son preferentes un colorante de complejos metálicos a base de ftalocianina y un colorante a base de rutenio, y es particularmente
 50 preferente un colorante de complejos metálicos a base de rutenio.

En particular, son preferentes los colorantes de complejos metálicos a base de rutenio expresados en las siguientes fórmulas químicas (4) a (6).



5 Con el fin de adsorber de manera segura un colorante a un semiconductor poroso, una molécula de colorante tiene preferentemente un grupo funcional tal como un grupo ácido carboxílico, un grupo anhídrido ácido carboxílico, un grupo alcoxi, un grupo hidroxilo, un grupo hidroxialquilo, un grupo ácido sulfónico, un grupo éster, un grupo mercapto y un grupo fosonilo. Entre estos, son particularmente preferentes un grupo ácido carboxílico y un grupo anhídrido ácido carboxílico. Se observa que un grupo funcional proporciona un acoplamiento eléctrico que facilita la transferencia de electrones entre un colorante en un estado excitado y una banda de conducción de un semiconductor poroso.

10 Los ejemplos de un punto cuántico que se adsorbe a un semiconductor poroso y que funciona como un fotosensibilizador incluyen CdS, CdSe, PbS, PbSe y similares.

<Capa aislante porosa>

15 En una batería solar de tipo húmedo, la capa aislante porosa 5 está provista generalmente entre la capa de conversión fotoeléctrica 4 y la capa conductora de contraelectrodo 6. Como material para la capa aislante porosa 5, se emplea un material de alto nivel de una banda de conducción, tal como vidrio, óxido de circonio, óxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de niobio y titanato de estroncio. Así mismo, una capa aislante porosa formada por un material poroso en partículas se ejemplifica como capa aislante porosa 5 y, en este caso, el material poroso en partículas tiene un tamaño de partícula promedio preferentemente de 5 a 500 nm y más preferentemente de 10 a 300 nm.

<Capa conductora de contraelectrodo>

25 La capa conductora de contraelectrodo 6 en la presente invención se refiere a la combinación de una capa de catalización que tiene capacidad de catalización y una función para reducir los huecos en una capa de transporte de portadores y una capa conductora que tiene una función para coleccionar electrones y establecer una conexión en serie con una batería solar adyacente. Así mismo, en un caso en el que una capa tiene estas funciones juntas, en otras palabras, en un caso en el que una capa de catalización tiene alta conductividad o en un caso en el que una capa conductora tiene capacidad de catalización, tal capa sola puede servir como capa conductora de contraelectrodo 6.

30 Además, una realización en la que se proporciona además una capa de catalización por separado de la capa conductora de contraelectrodo también se incluye en la presente invención.

En el caso de formar una capa de catalización y una capa conductora, normalmente, se forma una capa de catalización

sobre la capa aislante porosa 5 y se forma una capa conductora a partir de esta, para formar así la capa conductora de contraelectrodo 6.

5 En un caso en el que la resistencia de la película de una capa de catalización es baja como en el caso de una capa de catalización compuesta de platino o similar y formada con un método de deposición de vapor o similar, la capa conductora de contraelectrodo formada sobre la capa de catalización puede despegarse de la capa de catalización. Entonces, un orden de apilamiento puede ser inverso al de una batería solar de tipo húmedo normal, por ejemplo, proporcionando previamente una capa conductora sobre la capa aislante porosa 5 y luego formando la capa de catalización sobre la capa conductora. De acuerdo con este orden de apilamiento, se puede evitar que la capa conductora de contraelectrodo se despegue de la capa de catalización.

<Material para formar una capa conductora>

15 Un material que forma una capa conductora de la capa conductora de contraelectrodo 6 no está particularmente limitado siempre que el material pueda utilizarse generalmente para una batería solar y pueda exhibir un efecto de la presente invención. Los ejemplos de dicho material incluyen un óxido metálico tal como óxido compuesto de indio-estaño (ITO), óxido de estaño dopado con flúor (FTO) y óxido de zinc (ZnO), y un material metálico como el titanio, tungsteno, oro, plata, cobre y níquel. Teniendo en cuenta la resistencia de la película, el titanio es el más preferente.

20 Al formar la capa conductora de contraelectrodo 6 con un método de deposición de vapor, la propia película se vuelve porosa y, por lo tanto, no es necesario volver a formar poros a través de los que se pueda transferir una solución de colorante o un material de transporte de portadores. En el caso de formar la capa conductora de contraelectrodo 6 con un método de deposición de vapor, un poro tiene un diámetro aproximadamente de 1 nm a 20 nm. Se ha confirmado, sin embargo, que, a pesar de que la capa de catalización 7 se forme sobre la capa conductora de contraelectrodo, un material para la capa de catalización no atraviesa los poros de la capa conductora de contraelectrodo 6 para alcanzar la capa aislante porosa 5 y luego hasta una capa semiconductor porosa (la capa de conversión fotoeléctrica 7).

30 En un caso en el que la capa de catalización 7 se forma aplicando una pasta en la que se han dispersado partículas finas de platino o carbono, la capa conductora de contraelectrodo 6 debería ser densa con el fin de suprimir la penetración de partículas finas. En este caso, los poros de la capa conductora de contraelectrodo 6 únicamente deberían formarse después de que esté apilada la capa de catalización 7, simultáneamente con la formación de estos sobre la capa de catalización 7. En este caso, un material preferente para la capa conductora de contraelectrodo no está particularmente limitado siempre que el material sea capaz de formar una película densa, tal como un óxido metálico que incluye óxido compuesto de indio-estaño (ITO), óxido de estaño dopado con flúor (FTO) y óxido de zinc (ZnO), un material metálico que incluye titanio, tungsteno, oro, plata, cobre y níquel, y similares.

40 El espesor de película de la capa conductora de contraelectrodo 6 únicamente se debería seleccionar según corresponda dependiendo de la resistividad de un material, prestando atención al hecho de que un espesor demasiado pequeño conduce a una alta resistencia y un espesor demasiado grande impide la transferencia de un material de transporte de portadores.

Los poros se pueden formar mediante evaporación parcial, por ejemplo, con irradiación con rayos láser.

45 Preferentemente, el poro tiene un diámetro de 0,1 μm a 100 μm y los poros se forman en un intervalo de 1 μm a 200 μm . Más preferentemente, el poro tiene un diámetro de 1 μm a 100 μm y los poros se forman en un intervalo de 5 μm a 200 μm .

<Material para una capa de catalización>

50 Un material que forma una capa de catalización no está particularmente limitado siempre que el material pueda utilizarse generalmente para una batería solar y pueda exhibir un efecto de la presente invención. Por ejemplo, son preferentes platino o carbono como tal material. Las formas preferentes de carbono incluyen negro de carbono, grafito, vidrio de carbono, carbono amorfo, carbono duro, carbono blando, bigote de carbono, nanotubo de carbono, fullereno y similares.

55 <Capa de cubierta>

60 La capa de cubierta 7 es importante con el fin de evitar la volatilización de una solución electrolítica y la introducción de agua o similares en el interior de la batería.

Un material que forma la capa de cubierta 7 no está particularmente limitado siempre que el material pueda utilizarse generalmente para una batería solar y pueda exhibir un efecto de la presente invención. Los ejemplos de tal material incluyen vidrio de sosa y cal, vidrio de plomo, vidrio de borosilicato, vidrio de sílice fundida, vidrio de sílice cristalina y similares. Un material particularmente preferente es el vidrio flotado de sosa y cal.

65 <Material de sellado>

El material de sellado 8 es importante con el fin de evitar la volatilización de una solución electrolítica y la introducción de agua o similares en el interior de la batería.

5 Así mismo, el material de sellado 8 es importante para cumplir propósitos tales como (i) absorber una caída o tensión (impacto) aplicada a un soporte y (ii) absorber la flexión o similar aplicada a un soporte durante un tiempo de uso prolongado.

10 Un material que forma el material de sellado 8 no está particularmente limitado siempre que el material pueda utilizarse generalmente para una batería solar y pueda exhibir un efecto de la presente invención. Para tal material, por ejemplo, son preferentes una resina de silicona, una resina epoxi, una resina a base de poliisobutileno, una resina termofusible tal como una resina a base de poliamida, una resina a base de poliolefina y una resina ionomérica, frita de vidrio y similares, y estos materiales también se pueden utilizar como una mezcla de dos o más tipos, o dos o más tipos de ellos también se pueden utilizar como una estructura de apilamiento que incluye dos o más capas. En un caso en el que se utiliza un disolvente a base de nitrilo o un disolvente a base de carbonato como disolvente para un electrolito de oxidación-reducción, son particularmente preferentes una resina de silicona, una resina termofusible, una resina a base de poliisobutileno y frita de vidrio.

20 <Capa de transporte de portadores>

La "capa de transporte de portadores" en la presente invención se refiere a una región intercalada entre la capa de cubierta 7 y la capa conductora 2 en un lado interior del material de sellado 8, en el que se ha introducido un material de transporte de portadores, y soportada por un material de sellado 8. Por lo tanto, al menos la capa de conversión fotoeléctrica 4 y la capa aislante porosa 5 se llenan con un material de transporte de portadores.

25 El material de transporte de portadores está formado por un material conductor capaz de transportar iones y los ejemplos de un material adecuado incluyen un electrolito líquido, un electrolito sólido, un electrolito en gel, un electrolito en gel de sal fundida y similares.

30 Un electrolito líquido únicamente debería ser una sustancia líquida que contenga especies redox y no está particularmente limitado siempre que pueda utilizarse generalmente en una batería, en una batería solar o similar. Específicamente, se ejemplifican un electrolito líquido formado por especies redox y un disolvente capaz de disolver el mismo, un electrolito líquido formado por especies redox y sal fundida capaz de disolver el mismo, y un electrolito líquido formado por especies redox, un disolvente capaz de disolver el mismo, y sal fundida.

35 Los ejemplos de especies redox incluyen una de tipo I^-/I^{3-} , una de tipo Br^-/Br^{3-} , una de tipo Fe^{2+}/Fe^{3+} , una de tipo quinona/hidroquinona, y similares.

40 Específicamente, una combinación de yodo (I_2) y 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 y sal de tetraalquilamonio tal como yoduro de tetraetilamonio (TEAI), yoduro de tetrapropilamonio (TPAI), yoduro de tetrabutilamonio (TBAI) y yoduro de tetrahexilamonio (THAI), y una combinación de bromo y un bromuro metálico tal como bromuro de litio (LiBr), bromuro de sodio (NaBr), bromuro de potasio (KBr) y bromuro de calcio ($CaBr_2$) son preferentes, y, entre estos, una combinación de LiI y I_2 es particularmente preferente.

45 Así mismo, los ejemplos de un disolvente para especies redox incluyen un compuesto de carbonato tal como carbonato de propileno, un compuesto de nitrilo tal como acetonitrilo, alcoholes tales como etanol, agua, una sustancia polar aprótica, y similares. Entre estos, es particularmente preferente un compuesto de carbonato o un compuesto de nitrilo. Estos disolventes también pueden emplearse como una mezcla de dos o más tipos.

50 Un electrolito sólido es un material conductor capaz de transportar electrones, huecos e iones, y puede ser un material que se puede emplear como un electrolito para una batería solar y que no tiene fluidez. Específicamente, un material de transporte de huecos tal como policarbazol, un material de transporte de electrones tal como tetranitro-fluorenona, un polímero conductor tal como polirrol, un electrolito polimérico obtenido mediante la solidificación de un electrolito líquido con un compuesto polimérico, un semiconductor tipo p tal como yoduro de cobre o tiocianato de cobre, un electrolito obtenido mediante la solidificación de un electrolito líquido que contiene sal fundida con partículas finas y similares se ejemplifican.

55 Un electrolito en gel normalmente está compuesto de un electrolito y un agente gelificante.

60 Los ejemplos de un agente gelificante incluyen un derivado de resina poliacrílica reticulada y un derivado de poliacrilonitrilo reticulado, un derivado de óxido de polialquileño, resinas de silicona, un agente gelificante polimérico tal como un polímero que tiene una estructura de sal de compuesto cuaternario heterocíclico que contiene nitrógeno en una cadena lateral, y similares.

65 Un electrolito en gel de sal fundida normalmente está compuesto del electrolito en gel de acuerdo con lo anterior y la

sal fundida a temperatura ambiente.

Los ejemplos de sal fundida a temperatura ambiente incluyen compuestos de sal de amonio cuaternarios heterocíclicos que contienen nitrógeno, tales como sales de piridinio y sales de imidazolio, y similares.

5

Se puede agregar un aditivo según sea necesario al electrolito anterior.

Los ejemplos de dicho aditivo incluyen un compuesto aromático que contiene nitrógeno, tal como terc-butilpiridina (TBP), y sal de imidazol, tal como yoduro de dimetilpropilimidazol (DMPII), yoduro de metilpropilimidazol (MPII), yoduro de etilmetilimidazol (EMII), yoduro de etilimidazol (EII) y yoduro de hexilmetilimidazol (HMII).

10

La concentración de electrolito en el electrolito está preferentemente en un intervalo de 0,001 a 1,5 mol/litro y particularmente preferentemente en un intervalo de 0,01 a 0,7 mol/litro. Si una capa de catalización está ubicada en el lado de superficie receptora de luz en el módulo de acuerdo con la presente invención, la luz incidente atraviesa una solución electrolítica para alcanzar una capa semiconductor porosa a la que se adsorbe un colorante y, por lo tanto, los portadores se excitan. De esta manera, el rendimiento puede disminuir dependiendo de la concentración de electrolito adoptada en una célula unitaria que tiene una capa de catalización en el lado de superficie receptora de luz y, por lo tanto, la concentración de electrolito se establece preferentemente teniendo en cuenta este hecho.

15

20

<Electrodo de extracción>

La capa conductora de contraelectrodo 6 está provista de un electrodo de extracción (que no se muestra) según sea necesario. Utilizando el electrodo de extracción, se extrae una corriente de la batería solar hacia el exterior.

25

Un material para formar un electrodo de extracción no está particularmente limitado siempre que el material pueda utilizarse generalmente para una batería solar y pueda exhibir un efecto de la presente invención.

<Método de fabricación de una batería solar de tipo húmedo>

30

Se describirá un método de fabricación de una batería solar de tipo húmedo que se muestra en la figura 1 (a).

El método de fabricación de una batería solar de tipo húmedo de acuerdo con la presente invención tiene las etapas de formar un apilamiento en el que la capa conductora 2, la capa de conversión fotoeléctrica 4 con un colorante siendo adsorbido a un semiconductor poroso, la capa aislante porosa 5 y la capa conductora de contraelectrodo 6 están apiladas en este orden, sobre una superficie de soporte 1 compuesta de un material transmisor de luz, formar el material de sellado 8 alrededor de una periferia exterior del apilamiento, disponer la capa de cubierta 7 soportada por el material de sellado 8 de manera orientada, e introducir un material de transporte de portadores en el interior de una capa de transporte de portadores intercalada entre la capa conductora 2 ubicada en el lado interior del material de sellado 8 y la capa de cubierta 7 y soportada por el material de sellado 8.

35

40

Un método para formar la capa conductora 2 sobre el soporte 1 para fabricar un sustrato de electrodo transparente 11 no está particularmente limitado y, por ejemplo, se ejemplifican un método de pulverización catódica, un método de pulverización y similares que se conocen.

45

En un caso en el que la capa conductora 2 está provista de una máscara metálica (que no se muestra), por ejemplo, se puede formar una máscara metálica sobre el soporte 1 mediante un método de pulverización catódica, un método de deposición de vapor y similares que se conocen, y luego la capa conductora 2 se puede formar sobre el soporte 1 que incluye la máscara metálica, o la capa conductora 2 se puede formar sobre el soporte 1 y luego se puede formar una máscara metálica sobre la capa conductora 2.

50

La línea de trazado 3 se forma cortando la capa conductora 2 mediante trazado por láser.

Como método para formar una capa compuesta de un semiconductor poroso en forma de película sobre la capa conductora 2 del sustrato de electrodo transparente 11, un método para aplicar una pasta que contiene partículas semiconductoras sobre una capa conductora mediante un método de serigrafía, un método de chorro de tinta y similares, y luego calcinando la capa conductora, un método sol-gel, un método que hace uso de la reacción de oxidación-reducción electroquímica y similares se ejemplifican. Entre estos métodos, es particularmente preferente un método de serigrafía que utiliza una pasta porque se puede formar una capa compuesta de un semiconductor poroso espeso con un coste bajo.

55

60

Aunque se forma una capa compuesta de un semiconductor poroso en la vecindad de la línea de trazado 3 en la presente invención, la distancia D preferentemente no es menor de 50 μm . La relación con la distancia D desde la porción periférica de la capa conductora que está orientada hacia la línea de trazado hasta la porción periférica de la capa de conversión fotoeléctrica es tal y como se describió anteriormente.

65

Se describirá específicamente un método para formar una capa compuesta de un semiconductor poroso con el uso

de óxido de titanio que sirve como partículas semiconductoras.

Inicialmente, se vierten 125 ml de isopropóxido de titanio (fabricado por Kishida Chemical Co., Ltd.) en 750 ml de solución acuosa de ácido nítrico 0,1 M (fabricado por Kishida Chemical Co., Ltd.) para provocar hidrólisis. La solución acuosa se calienta a 80 °C durante 8 horas para preparar un líquido sol. A continuación, el líquido sol obtenido se calienta en un autoclave hecho de titanio a 230 °C durante 11 horas para hacer crecer partículas de óxido de titanio. Entonces, las partículas de óxido de titanio se dispersan con ultrasonido durante 30 minutos para preparar una solución coloidal que contiene las partículas de óxido de titanio que tienen un tamaño de partícula promedio (un tamaño de partícula primaria promedio) de 15 nm. Entonces, se añade a esta un volumen de etanol del doble que la solución coloidal obtenida y la sustancia resultante se somete a separación centrífuga al número de revoluciones de 5000 rpm. De esta manera, se obtienen partículas de óxido de titanio.

Entonces, las partículas de óxido de titanio obtenidas se lavan y, a continuación, se añade a estas una sustancia obtenida disolviendo etilcelulosa y terpineol en etanol deshidratado, seguido de agitación, para dispersar así las partículas de óxido de titanio. A continuación, una solución de mezcla se calienta bajo condiciones de vacío para evaporar el etanol, para obtener así una pasta de óxido de titanio. La concentración se ajusta, por ejemplo, de modo que se logra una composición final de concentración sólida de óxido de titanio de 20% en peso, de etilcelulosa de 10% en peso y de terpineol de 64% en peso.

Los ejemplos de un disolvente utilizado para preparar una pasta que contiene partículas semiconductoras (en las que están suspendas partículas semiconductoras) incluyen, aparte de los anteriores, un disolvente a base de glicol tal como etilenglicol monometil éter, un disolvente a base de alcohol tal como alcohol isopropílico, un disolvente mixto tal como alcohol isopropílico/tolueno, agua y similares.

Entonces, con el método anterior, la pasta que contiene partículas semiconductoras se aplica sobre la capa conductora y se calcina para obtener así una capa de conversión fotoeléctrica. Para secar y calcinar, dependiendo del tipo de soporte o de partículas semiconductoras que se vayan a utilizar, tal condición como la temperatura, el período de tiempo y la atmósfera deberían ajustarse según corresponda. Se puede realizar la calcinación, por ejemplo, en una atmósfera o en una atmósfera de gas inerte en un intervalo aproximadamente de 50 a 800 °C durante aproximadamente 10 segundos a 12 horas. El secado y la calcinación se pueden llevar a cabo una vez a una única temperatura o dos o más veces, variando la temperatura.

Un método para formar la capa aislante porosa en forma de película 5 sobre una capa compuesta de un semiconductor poroso no está particularmente limitado y se ejemplifica un método conocido. Específicamente, los métodos para formar una película sobre una capa conductora incluyen un método para aplicar una pasta que contiene partículas semiconductoras sobre una capa conductora mediante un método de serigrafía, un método de chorro de tinta y similares, y luego calcinando la capa conductora, un método sol-gel, un método que hace uso de la reacción de oxidación-reducción electroquímica, y similares. Entre estos métodos, es particularmente preferente un método de serigrafía utilizando una pasta porque se puede formar una capa aislante porosa espesa con un coste bajo.

Como método para formar la capa conductora de contraelectrodo 6 sobre la capa aislante porosa 5, se ejemplifican un método de deposición de vapor, un método de serigrafía y similares. Al formar una capa conductora de contraelectrodo con un método de deposición de vapor, la propia película se vuelve porosa y, de este modo, no es necesario volver a formar poros a través de los que se pueda transferir una solución de colorante o un material de transporte de portadores.

Al formar poros sobre la capa conductora de contraelectrodo 6, por ejemplo, se puede emplear un método de evaporación parcial mediante irradiación con rayos láser.

Como método de adsorción de un colorante a una capa compuesta de un semiconductor poroso, por ejemplo, se ejemplifica un método para sumergir la capa compuesta del semiconductor poroso formado sobre la capa conductora 2 en una solución en la que se ha disuelto el colorante (una solución de adsorción de colorante). Cualquier disolvente capaz de disolver un colorante es aplicable como disolvente para disolver un colorante, y específicamente, alcoholes tales como etanol, cetonas tales como la acetona, éteres tales como éter dietílico y tetrahidrofurano, compuestos de nitrógeno tales como acetonitrilo, hidrocarburos alifáticos halogenados tales como cloroformo, hidrocarburos alifáticos tales como hexano, hidrocarburos aromáticos tales como benceno, ésteres tales como acetato de etilo, agua y similares se ejemplifican. Estos disolventes pueden emplearse como una mezcla de dos o más tipos.

La concentración de colorante en una solución se puede ajustar según corresponda según el tipo de colorante y el disolvente que se vayan a utilizar. Para mejorar la función de adsorción, sin embargo, la concentración es preferentemente lo más alta posible y la concentración puede ser, por ejemplo, no menor de 5×10^{-4} mol/litro.

El material de sellado 8 se fabrica cortando una película de sellado térmico, una resina curable por ultravioleta, o similar en una forma que rodea el apilamiento.

En el caso de utilizar una resina de silicona, una resina epoxi o frita de vidrio, se puede formar un patrón de material

de sellado 8 con un dispensador. En el caso de utilizar una resina termofusible, el patrón del material de sellado 8 puede formarse haciendo un hueco a modo de patrón en una resina termofusible en forma de lámina.

5 El material de sellado 8 está dispuesto entre el sustrato de electrodo transparente 11 y la capa de cubierta 7 de modo que se unan entre sí, y se fija mediante calentamiento o irradiación con rayos ultravioleta.

10 Se introduce un material de transporte de portadores a través de un orificio de introducción de electrolito (material de transporte de portadores) provisto de antemano en la capa de cubierta y la capa de transporte de portadores se llena con este. El orificio de introducción de electrolito se sella con una resina curable por ultravioleta después de la introducción del material de transporte de portadores.

Mediante las etapas anteriores, se fabrica una batería solar de tipo húmedo 10 como se muestra en la figura 1 (a).

15 <Módulo de baterías solares de tipo húmedo>

La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal que muestra una estructura en capas de un módulo de baterías solares de tipo húmedo de acuerdo con la presente invención.

20 Un módulo de baterías solares de tipo húmedo 20 de acuerdo con la presente invención se forma conectando en serie al menos dos baterías solares que incluyen una batería solar de tipo húmedo que tiene un sustrato de electrodo transparente 11 constituido por el soporte 1 y la capa conductora 2 formada sobre una superficie de soporte 1, un apilamiento en el que la capa conductora 2 está formada sobre una superficie de sustrato de electrodo transparente 11, una capa de conversión fotoeléctrica 4 con un colorante siendo adsorbido a una capa compuesta de un semiconductor poroso, una capa aislante porosa 5, una capa conductora de contraelectrodo 6 y una capa de catalización provista opcionalmente (que no se muestra) están apiladas en el orden anterior, un material de sellado 8 formado alrededor de la periferia exterior del apilamiento, una capa de cubierta 7 dispuesta a una distancia prescrita de la capa de catalización para estar orientada hacia la misma y soportada por el material de sellado 8, y una capa de transporte de portadores intercalada entre la capa conductora 2 en el lado interior del material de sellado 8 y la capa de cubierta 7 y soportada por el material de sellado 8. En concreto, al menos una de al menos dos baterías solares que forman el módulo de baterías solares de tipo húmedo únicamente debería ser la batería solar de tipo húmedo de acuerdo con la presente invención.

35 Las baterías solares de tipo húmedo adyacentes son preferentemente tales que una capa de catalización o una capa conductora de contraelectrodo de una batería solar de tipo húmedo y una capa conductora de la otra batería solar estén conectadas eléctricamente entre sí. Se puede fabricar una porción de electrodo colector 13 sobre la capa conductora 2 fuera de un material de sellado más exterior 12 del módulo de baterías solares de tipo húmedo 20.

Ejemplos

40 Aunque la presente invención se describirá adicional y específicamente con referencia a los Ejemplos y a los Ejemplos comparativos, la presente invención no está limitada por estos Ejemplos ni por estos Ejemplos comparativos.

<Fabricación de un sustrato de batería solar>

45 Se preparó un sustrato de electrodo transparente 11 (fabricado por Nippon Sheet Glass Co., Ltd., vidrio con una película de SnO₂) de 30 μm x 30 μm x 1,0 μm de espesor. El sustrato de electrodo transparente 11 era tal que una capa conductora formada a partir de una película de SnO₂ se había formado sobre el soporte compuesto de vidrio. La capa conductora del sustrato de electrodo transparente 11 se cortó mediante trazado por láser para formar la línea de trazado 3. Entonces, una placa de filtrado que tiene un patrón de capa de conversión fotoeléctrica 4 y un aparato de serigrafía (fabricado por Newlong Seimitsu Kogyo Co., Ltd., número de modelo: LS-150) se utilizaron para aplicar una pasta de óxido de titanio disponible comercialmente (fabricada por Solaronix, nombre comercial: D/SP) y para la nivelación durante 1 hora a temperatura ambiente. A continuación, la película de recubrimiento obtenida se secó durante 20 minutos en un horno establecido a 80 °C y se volvió a calcinar durante 60 minutos en aire utilizando un horno de calcinación (fabricado por Denken Co., Ltd., número de modelo: KDF P-100) establecido a 500 °C. Esta etapa de aplicación y calcinación se repitieron tres veces, para obtener así la capa de conversión fotoeléctrica 4 que tiene un espesor de película de 15 μm.

60 Se midió la distancia D desde la capa de conversión fotoeléctrica hasta la línea de trazado y se fabricaron conjuntos de 10 baterías solares de tipo húmedo siendo D = 20, 30, 40, 50, 100, 150, 400, 500, 550, 600, 750, 1000 μm, respectivamente.

Entonces, se aplicó una pasta que contenía partículas de circonia (tamaño de partícula promedio de 50 nm) sobre la capa de conversión fotoeléctrica con el uso de un aparato de serigrafía. A continuación, se llevó a cabo la calcinación a 500 °C durante 60 minutos, de modo que se formaron capas aislantes porosas 5 de diversos espesores de película.

65 Entonces, una mascarilla con un patrón prescrito formado y un aparato de deposición de vapor (fabricado por Anelva

Corporation, número de modelo: EVD500A) se utilizaron para formar titanio con un espesor de película de 400 nm sobre la capa aislante porosa 5 a una tasa de deposición de vapor de 8 A/s. De esta manera, se formó la capa conductora.

5 Una mascarilla que además tiene un patrón prescrito formado y el aparato de deposición de vapor (fabricado por Anelva Corporation, número de modelo: EVD500A) se utilizaron para formar Pt sobre la capa conductora de contraelectrodo 6 a una tasa de deposición de vapor de 4 A/s, para obtener así una capa de catalización. Se observa que el tamaño y la posición de la capa de catalización eran los mismos que los de la capa semiconductor porosa.

10 Se buscaron cortocircuitos internos en cada batería solar de tipo húmedo con un aparato de ensayos y se midió un espesor de película más pequeño de la capa aislante porosa libre de cortocircuitos para cada valor de D. La figura 3 muestra los resultados.

Se observa que la capa semiconductor porosa se despegó en la película que tenía D = 20, 30, 40 μm.

15 Se puede ver en la figura 3 que, con una distancia D de hasta 500 μm, el espesor de película aislante Y aumenta sustancialmente de manera lineal, mientras que, con una distancia D no menor de 500 μm, el espesor de película aislante es sustancialmente constante sin variaciones.

20 Cuando la relación entre el espesor de película aislante Y (μm) hasta 500 μm y la distancia D (μm) es aproximada linealmente en la figura 3, se deriva la siguiente expresión relacional (1).

$$Y \geq 0,02D + 6,5 \quad (D \leq 500) \quad \dots(1)$$

25 Así mismo, en la figura 1, cuando la distancia D excede 500 μm, un espesor de película más pequeño de la película de capa aislante porosa libre de cortocircuitos es de 16,5 μm.

<Ejemplos 1 a 9, Ejemplos comparativos 1 a 3>

30 Como resultado de la fabricación de los sustratos de batería solar anteriores, los sustratos que tienen D = 50, 100, 150, 400, 500, 550, 600, 750, 1000 μm, respectivamente, se utilizaron para fabricar baterías solares de tipo húmedo.

A continuación, se muestra un procedimiento de un método de fabricación de una batería solar de tipo húmedo en los Ejemplos 1 a 9. Se observa que la capa semiconductor porosa se despegó en los sustratos de batería solar que tienen D = 20 μm (Ejemplo comparativo 1), 30 μm (Ejemplo comparativo 2) y 40 μm (Ejemplo comparativo 3), respectivamente, y, de este modo, no se pudo fabricar una batería solar de tipo húmedo.

El apilamiento se sumergió en una solución de adsorción de colorante preparada de antemano a temperatura ambiente durante 100 horas. A continuación, el apilamiento se lavó con etanol y se secó a aproximadamente 60 °C durante aproximadamente 5 minutos, de modo que el colorante se adsorbiera sobre la capa de conversión fotoeléctrica.

La solución de colorante de adsorción se preparó disolviendo un colorante que se muestra en la fórmula química (4) anterior (fabricado por Solaronix, nombre comercial: Rutenio 620 1H3TBA) en un disolvente mixto de acetonitrilo y terc-butanol en una relación de volumen de 1:1 de tal manera que la concentración alcanzó 4×10^{-4} mol/litro.

45 Entonces, el sustrato que tiene el apilamiento formado y el sustrato de vidrio se unieron entre sí con el uso de una película de sellado térmico (fabricada por Du Pont Kabushiki Kaisha, Himilan 1855) cortada en una forma que rodea el apilamiento. Entonces, los sustratos se calentaron durante 10 minutos en un horno establecido a aproximadamente 100 °C para la unión por compresión. Se observa que la película de sellado termofundida se convierte en el material de sellado.

Entonces, se introdujo una solución electrolítica preparada de antemano a través de un orificio de introducción de solución electrolítica provisto de antemano en el sustrato de vidrio y el orificio de introducción de solución electrolítica se selló con una resina curable por ultravioleta (fabricada por ThreeBond Co., Ltd., número de modelo: 31X-101) de modo que la capa de transporte de portadores se llenó con el material de transporte de portadores. Se completó una batería solar de tipo húmedo (de célula única) de acuerdo con lo anterior.

La solución electrolítica se obtuvo empleando acetonitrilo como disolvente, agregando LiI (fabricado por Aldrich) y I₂ (fabricado por Kishida Chemical Co., Ltd.) como especies redox, de modo que sus concentraciones se establecieron en 0,1 mol/litro y 0,01 mol/litro, respectivamente. Por otra parte, terc-butil piridina (fabricado por Aldrich) y yoduro de dimetilpropilimidazol (fabricado por Shikoku Chemicals Corporation) ambos como aditivos se emplearon para la preparación de modo que sus concentraciones se establecieron en 0,5 mol/litro y 0,6 mol/litro, respectivamente.

Una pasta de Ag (fabricada por Fujikura Kasei Co., Ltd., nombre comercial: Dotite) se aplicó como una porción de electrodo colector a la batería solar de tipo húmedo obtenida. Las baterías solares de tipo húmedo de acuerdo con los Ejemplos 1 a 9 se fabricaron de acuerdo con lo anterior.

<Ejemplos 10 a 19>

5 Se fabricó una batería solar de tipo húmedo con un método similar al del Ejemplo 1, excepto porque la distancia A desde la periferia exterior de la capa semiconductor porosa (capa de conversión fotoeléctrica) en el lado que no está orientado hacia la línea de trazado hasta la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo se cambió.

10 En concreto, la distancia A desde la periferia exterior de la capa semiconductor porosa (capa de conversión fotoeléctrica) en el lado que no está orientado hacia la línea de trazado hasta la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo, y en el caso en el que la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo estaba ubicada fuera de la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica, se fabricaron conjuntos de 10 baterías solares de tipo húmedo que tenían distancias A desde la periferia exterior = 0, 100, 200, 400, 500, 550, 600, 750, 1000 μm , respectivamente. Así mismo, en el caso en el que la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica estaba ubicada fuera de la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo, se fabricaron conjuntos de 10 baterías solares de tipo húmedo que tenían distancias A desde la periferia exterior = 100, 200, 300, 400, 500, 550, 600, 750, 1000 μm , respectivamente. Se buscaron cortocircuitos internos en cada batería solar de tipo húmedo con un aparato de ensayos y se midió un espesor de película más pequeño de la capa aislante porosa libre de cortocircuitos para cada valor de la distancia A. La figura 4 muestra los resultados.

20 Se puede ver en la figura 4 que, con una distancia A de hasta 500 μm , el espesor de película aislante Y aumenta sustancialmente de manera lineal, mientras que, con una distancia A no menor de 500 μm , el espesor de película aislante es sustancialmente constante sin variaciones.

25 Cuando la relación entre el espesor de película aislante Y (μm) hasta 500 μm y la distancia A (μm) es aproximada linealmente en la figura 4 en el caso en el que la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica está ubicada dentro de la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo, se deriva la siguiente expresión relacional (3).

$$Y \geq 0,02A + 6,5 \quad (0 \leq A \leq 500) \quad \dots(3)$$

30 Así mismo, en la figura 4, cuando la distancia A excede 500 μm , un espesor de película más pequeño de la película de capa aislante porosa libre de cortocircuitos es de 16,5 μm .

35 Cuando la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica está ubicada fuera de la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo en el sustrato de batería solar fabricado anteriormente, un espesor de película de una capa aislante porosa donde la distancia A = 100, 200, 300, 400 y 500 μm se estableció en 8 μm . Por otro lado, cuando la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo está ubicada fuera de la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica, un espesor de película de una capa aislante porosa donde la distancia A = 0, 100, 200, 400 y 500 μm se estableció en 15 μm . Se observa que la relación entre los Ejemplos 10 a 19 y la distancia A se muestra en la Tabla 2 que se muestra más adelante.

40 <Ejemplos comparativos 4 a 10>

45 En el caso en el que la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica está ubicada fuera de la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo al fabricar el sustrato de batería solar anterior, las baterías solares de tipo húmedo que tienen distancias A = 600, 750, 1000 μm se fabricaron como Ejemplos comparativos 4 a 6, respectivamente. El espesor de película de la capa aislante porosa aquí se estableció en 8 μm . Por otro lado, cuando la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo está ubicada fuera de la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica, las baterías solares de tipo húmedo que tienen distancias A = 550, 600, 750, 1000 μm se fabricaron como Ejemplos comparativos 7 a 10, respectivamente. El espesor de película de la capa aislante porosa aquí se estableció en 15 μm . Las baterías solares de tipo húmedo se fabricaron de otro modo con el mismo método que en los Ejemplos 10 a 19.

(Método de evaluación y resultados)

55 Una mascarilla negra con un área de una abertura de 1,0 cm^2 se ubicó en la superficie receptora de luz de la batería solar de tipo húmedo en cada uno de los Ejemplos 1 a 19 y de los Ejemplos comparativos 4 a 10, esta batería solar de tipo húmedo se irradió con luz a una intensidad de 1 kW/m^2 (Simulador solar AM 1,5) y se midió la eficiencia de conversión fotoeléctrica (η). Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados. Puesto que no se pudo fabricar una batería solar en los Ejemplos comparativos 1 a 3, no se llevó a cabo la evaluación.

60 Se puede ver en la Tabla 1 que, cuando D excede 500 μm , una capa aislante porosa debería tener un espesor de película no menor de 20 μm , se produce una disminución en FF y el rendimiento tiende a disminuir.

65 Se puede ver en la Tabla 1 que, cuando la distancia A excede 500 μm , una capa aislante porosa debería tener un espesor de película no menor de 16,5 μm , se produce una disminución en FF y el rendimiento tiende a disminuir.

(Fabricación de un módulo de baterías solares de tipo húmedo)

<Ejemplos 20 a 32>

5 Se fabricó el módulo de baterías solares de tipo húmedo que se muestra en la figura 2.

10 Inicialmente, un sustrato de electrodo transparente 11 que tiene la capa conductora 2 formada sobre la superficie del soporte 1 (fabricado por Nippon Sheet Glass Co., Ltd., nombre comercial: vidrio con una película de SnO₂: 60 μm de largo x 37 μm de ancho) se preparó, y la capa conductora 2 se cortó formando la línea de trazado 3 en paralelo a una dirección longitudinal mediante el trazado por láser de la película de SnO₂ sobre la superficie del sustrato de electrodo transparente 11.

15 Entonces, se formó una capa de conversión fotoeléctrica de acuerdo con el Ejemplo 1. La capa de conversión fotoeléctrica 4 formada que tenía un espesor de película de 25 μm y un tamaño de 5 μm de ancho y 50 μm de longitud se formó alrededor de una posición distante 6,9 μm del extremo izquierdo del sustrato de vidrio, y se formaron tres capas del mismo tamaño a intervalos regulares desde el centro de esta película semiconductor porosa.

20 D en los Ejemplos 20 a 28 se estableció en D = 50, 100, 150, 400, 500, 550, 600, 750, 1000 μm, como en los Ejemplos 1 a 9.

La capa aislante porosa 5 se formó sobre la capa compuesta de un semiconductor poroso de acuerdo con el Ejemplo 1. El espesor de película de la capa aislante porosa formada estaba en conformidad con la Ecuación (1) o la Ecuación (2).

25 Entonces, en los Ejemplos 20 a 28, la capa conductora de contraelectrodo 6 se formó de acuerdo con el Ejemplo 1. La capa conductora de contraelectrodo formada que tiene un tamaño de 5,6 μm de ancho y 50 μm de largo se formó alrededor de una posición distante 7,2 μm del extremo izquierdo del sustrato de electrodo transparente 11, y se formaron tres capas del mismo tamaño a intervalos de 7 μm desde el centro de la capa aislante porosa 5 en el extremo izquierdo.

30 Así mismo, en los Ejemplos 29 a 32, la capa conductora de contraelectrodo 6 se formó de acuerdo con los Ejemplos 16 a 19. La distancia A en este caso se estableció en A = 100, 200, 400, 500 μm, respectivamente, como en los Ejemplos 16 a 19. El espesor de película de la capa aislante porosa formada estaba en conformidad con la Ecuación (3).

35 Entonces, Se formó Pt sobre la capa conductora de contraelectrodo 6 de acuerdo con el Ejemplo 1 para apilar así la capa de catalización. Se observa que un tamaño y una posición de la capa de catalización eran los mismos que los de la capa 4 compuesta del semiconductor poroso.

40 El apilamiento obtenido se sumergió en una solución de colorante empleada en el Ejemplo 1 a temperatura ambiente durante 120 horas, de modo que el colorante se adsorbió a la capa compuesta del semiconductor poroso y se formó la capa de conversión fotoeléctrica 4.

45 Entonces, una resina curable por ultravioleta (fabricada por ThreeBond Co., Ltd., 31X-101) se aplicó entre los apilamientos y alrededor de la célula con el uso de un dispensador (fabricado por EFD, ULTRASAVER), y un sustrato de vidrio de 60 μm de largo x 30 μm de ancho se unió como una capa de cubierta. A continuación, el sustrato de vidrio se irradió con rayos ultravioleta desde una lámpara ultravioleta (fabricada por EFD, NOVACURE) para así curar una resina fotosensible, y de esta manera se formaron el material de sellado 8 y el material de sellado más exterior 12.

50 A continuación, se introdujo una solución electrolítica igual que en el Ejemplo 1 a través del orificio de introducción de solución electrolítica provisto de antemano en el sustrato de vidrio empleado como capa de cubierta 7, se aplicó la resina curable por ultravioleta adicionalmente, y se irradió la resina con rayos ultravioleta de manera similar al material de sellado. De este modo, la resina se curó y se logró el sellado, se formó una capa de transporte de portadores y se completó el módulo de baterías solares de tipo húmedo.

55 Una pasta de Ag (fabricada por Fujikura Kasei Co., Ltd., nombre comercial: Dotite) se aplicó como porción de electrodo colector al módulo obtenido.

(Método de evaluación y resultados)

60 Una mascarilla negra con un área de una abertura de 13 cm² se ubicó en una superficie receptora de luz del módulo de baterías solares de tipo húmedo en cada uno de los Ejemplos 20 a 32. Entonces, esta batería solar de tipo húmedo se irradió con luz a una intensidad de 1 kW/m² (Simulador solar AM 1,5) y se midió la eficiencia de conversión fotoeléctrica. Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados.

65

[Tabla 1]

ES 2 790 650 T3

	D (μm)	η
Ejemplo 1	50	8,5
Ejemplo 2	100	8,6
Ejemplo 3	150	8,4
Ejemplo 4	400	8,2
Ejemplo 5	500	8,0
Ejemplo 6	550	7,4
Ejemplo 7	600	7,3
Ejemplo 8	750	7,0
Ejemplo 9	1000	6,9
Ejemplo 20	50	7,9
Ejemplo 21	100	8,0
Ejemplo 22	150	8,1
Ejemplo 23	400	7,9
Ejemplo 24	500	7,7
Ejemplo 25	550	7,5
Ejemplo 26	600	7,1
Ejemplo 27	750	6,8
Ejemplo 28	1000	6,4

[Tabla 2]

	A (μm)	η
Ejemplo 10	500 * ₁	7,0
Ejemplo 11	400 * ₁	7,2
Ejemplo 12	300 * ₁	7,5
Ejemplo 13	200 * ₁	7,8
Ejemplo 14	100 * ₁	8,0
Ejemplo 15	0	8,0
Ejemplo 16	100	8,0
Ejemplo 17	200	8,2
Ejemplo 18	400	7,9
Ejemplo 19	500	7,2
Ejemplo 29	100	7,5
Ejemplo 30	200	7,4
Ejemplo 31	400	7,2
Ejemplo 32	500	7,0
Ejemplo comparativo 4	1000* ₁	5,9
Ejemplo comparativo 5	750* ₁	6,1
Ejemplo comparativo 6	600* ₁	6,3
Ejemplo comparativo 7	550	6,4
Ejemplo comparativo 8	600	6,3
Ejemplo comparativo 9	750	6,1
Ejemplo comparativo 10	1000	5,8

*1 La distancia A en el caso en el que la periferia exterior de la capa de conversión fotoeléctrica está ubicada fuera de la periferia exterior de la capa conductora de contraelectrodo

Lista de signos de referencia

5

1 soporte; 2 capa conductora; 3 línea de trazado; 4 capa de conversión fotoeléctrica; 5 capa aislante porosa; 6 capa conductora de contraelectrodo; 7 capa de cubierta; 8, 12 material de sellado; 10 batería solar de tipo húmedo; 11 sustrato de electrodo transparente; 13 porción de electrodo colector; y 20 módulo de baterías solares de tipo húmedo.

REIVINDICACIONES

1. Una batería solar de tipo húmedo (10), que comprende:

5 un soporte (1) compuesto de un material transmisor de luz; y
 un apilamiento en el que están apiladas una capa conductora (2), una capa de conversión fotoeléctrica (4)
 compuesta de un semiconductor poroso, una capa aislante porosa (5) y una capa conductora de contraelectrodo
 (6) en este orden sobre dicho soporte (1),
 10 teniendo dicha capa conductora (2) una primera región sobre la que está apilada dicha capa de conversión
 fotoeléctrica (4) y una segunda región sobre la que no está apilada dicha capa de conversión fotoeléctrica (4),
 estando una línea de trazado (3) situada entre estas, y
 estando dicha capa de conversión fotoeléctrica (4) apilada sobre una parte de una superficie de dicha primera
 región y no siendo una distancia D desde una porción periférica de dicha primera región orientada hacia dicha
 15 línea de trazado (3) hasta una porción periférica de dicha capa de conversión fotoeléctrica (4) menor de 50 µm ni
 mayor de 500 µm, no siendo una distancia A desde una periferia exterior de dicha capa conductora de
 contraelectrodo (6) que sobresale sobre una superficie receptora de luz en un lado que no está orientado hacia
 dicha línea de trazado (3) hasta una periferia exterior de dicha capa de conversión fotoeléctrica (4) mayor de
 500 µm, en donde un espesor de película Y de dicha capa aislante porosa (5) satisface

20
$$Y \geq 0,02D + 6,5,$$

donde Y representa dicho espesor de película (µm) de dicha capa aislante porosa (5) y D representa dicha distancia
 D (µm) y
 25 cuando la periferia exterior de dicha capa de conversión fotoeléctrica (4) está ubicada dentro de la periferia exterior
 de dicha capa conductora de contraelectrodo (6), dicha distancia A y dicho espesor de película Y de dicha capa
 aislante porosa (5) satisfacen

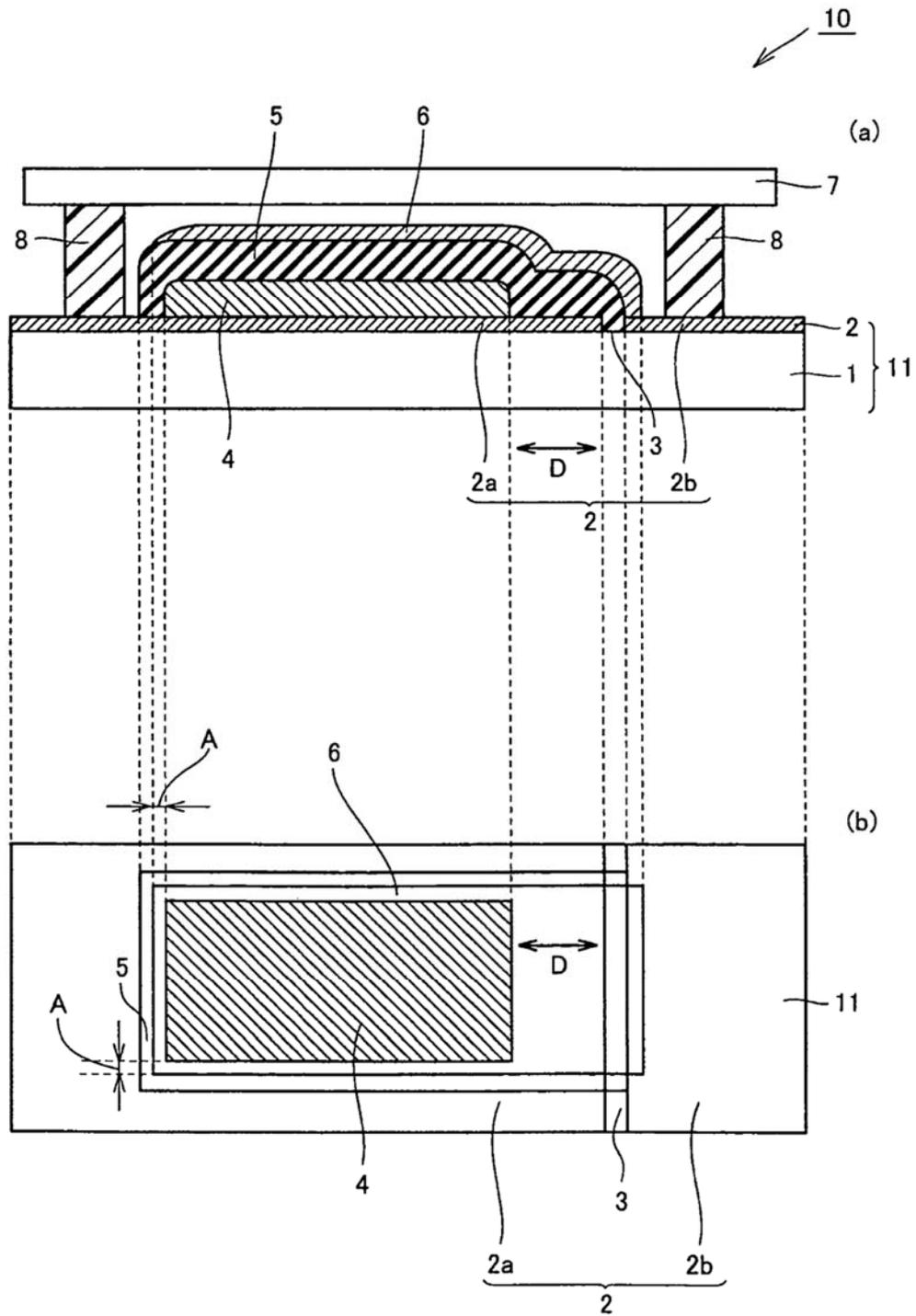
30
$$Y \geq 0,02A + 6,5,$$

donde Y representa dicho espesor de película (µm) de dicha capa aislante porosa (5) y A representa dicha distancia
 A (µm).

2. Un módulo de baterías solares de tipo húmedo (20) en el que dos o más baterías solares de tipo húmedo (10) están
 35 conectadas en serie, que comprende:

al menos una de dichas baterías solares de tipo húmedo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, y
 la conexión en serie que es tal que una capa conductora de contraelectrodo (6) de una batería solar de tipo húmedo
 (10) de baterías solares de tipo húmedo (10) adyacentes está conectada eléctricamente a una capa conductora
 (2) de la otra batería solar de tipo húmedo (10).

FIG.1



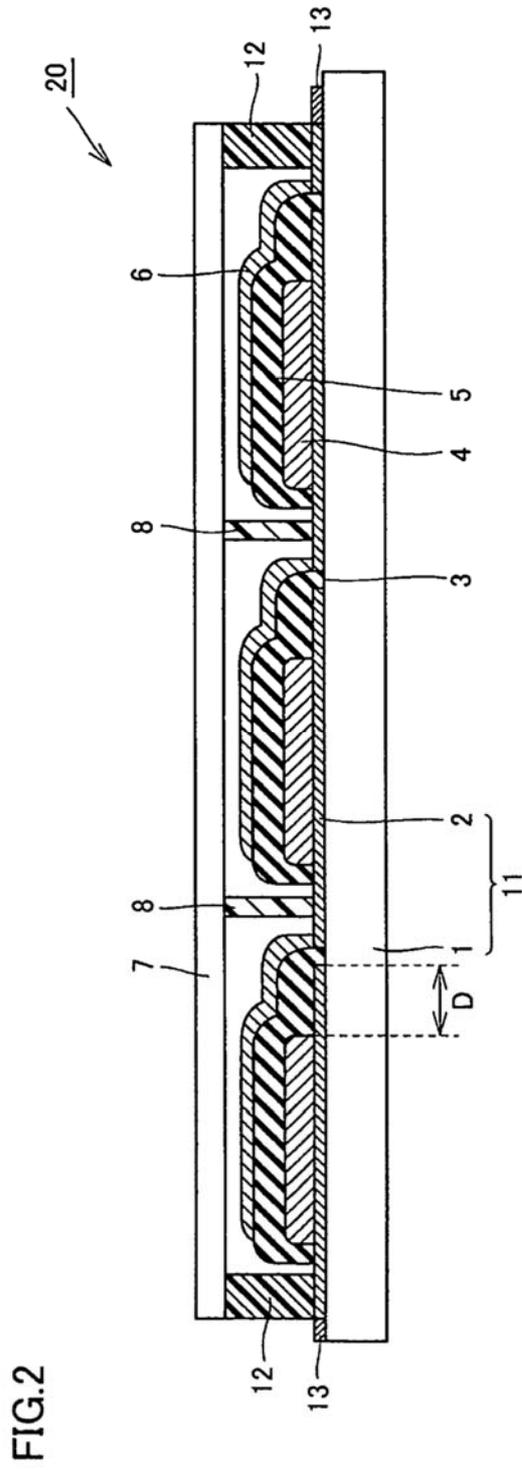


FIG.3

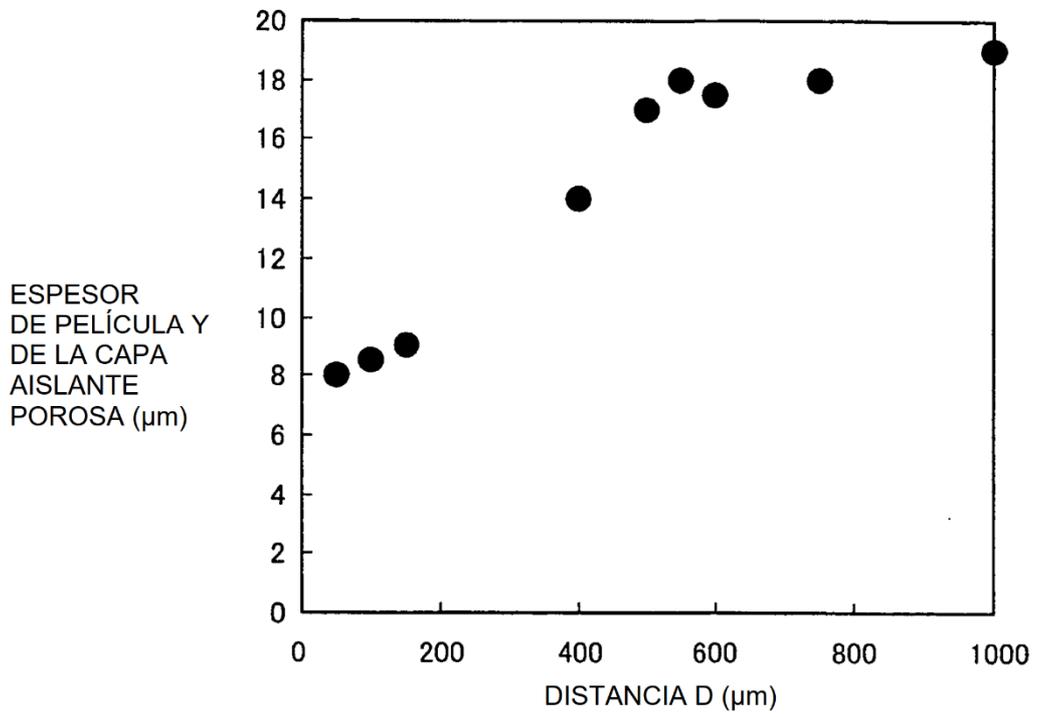


FIG.4

