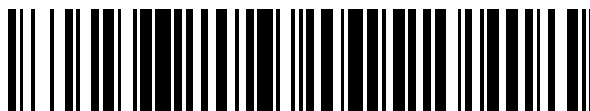


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 698 120**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042 (2014.01)

H01L 31/05 (2014.01)

H01L 31/0224 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2007 PCT/JP2007/068201**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2008 WO08041487**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2007 E 07807570 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 2068372**

54 Título: **Módulo de batería solar**

30 Prioridad:

28.09.2006 JP 2006265871

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

31.01.2019

73 Titular/es:

**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY
MANAGEMENT CO., LTD. (100.0%)
1-61, Shiromi 2-chome, Chuo-ku
Osaka-shi, Osaka 540-6207, JP**

72 Inventor/es:

**TSUNOMURA, YASUFUMI;
YOSHIMINE, YUKIHIRO y
OKAMOTO, SHIGEYUKI**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 698 120 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Módulo de batería solar

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un módulo de células solares en el que una pluralidad de células solares están dispuestas entre un elemento de protección de la superficie frontal y un elemento de protección de la superficie posterior y en el que los electrodos de conexión de la pluralidad de células solares están conectados eléctricamente entre sí por el elemento de conexión.

Técnica anterior

10 Convencionalmente, en un módulo de células solares HIT, los electrodos de la barra colectora de una pluralidad de células solares están conectados eléctricamente entre sí por elementos de conexión 40 hechos de un material conductor tal como lámina de cobre, como se muestra en la Fig. 1.

15 La pluralidad de células solares está sellada en un elemento de sellado translúcido fabricado a partir de EVA o similar entre un elemento translúcido de protección de la superficie frontal y un elemento de protección de la superficie posterior. El elemento de protección de la superficie frontal está hecho de vidrio, plástico translúcido o similar. El elemento de protección de la superficie posterior es una película de tereftalato de polietileno (PET) o similar.

20 En la fabricación de las células solares, los electrodos de la barra colectora 20 y electrodos de dedo 30 se forman en las superficies de cada cuerpo de conversión fotoeléctrica 10 mediante el uso de una pasta conductora. Luego, en general, los elementos de conexión 40 se unen por soldadura en los electrodos de la barra colectora 20 para conectar las células solares en serie (véase, por ejemplo, la publicación de patente japonesa número 2005-217148).

La forma de realizar la soldadura se describirá con referencia a la Fig. 2. La Fig. 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A de la Fig. 1.

25 Cada elemento de conexión 40 está hecho de un material metálico, tal como una lámina de cobre, completamente recubierto con un revestimiento de soldadura 90 por adelantado. Cuando el elemento de conexión 40 se suelda al electrodo de la barra colectora 20 fabricados a partir de una pasta de plata, el flujo de electricidad se aplica a cualquiera de la superficie del electrodo de la barra colectora 20 y una superficie, que se enfrenta a una célula solar, del elemento de conexión 40. Luego, se proporciona el elemento de conexión 40 en la superficie del electrodo de la barra colectora 20, y se calienta. En este calentamiento, el elemento de conexión 40 se suelda para fijarse a electrodo de la barra colectora 20 mediante la aleación de una porción de soldadura del elemento de conexión 40 y la pasta de plata para formar una capa de aleación 50 mientras se elimina una capa de óxido en la superficie del electrodo de la barra colectora 20 mediante el uso del flujo de electricidad.

30 El documento JP 2000 261012 se refiere a intentar aumentar la resistencia de adherencia entre un electrodo externo y un electrodo colector de corriente, a fin de evitar la exfoliación del electrodo externo, aumentando el área sobre la cual se forma un filete de una capa de soldadura. El mismo divulga una célula solar que comprende un electrodo colector de corriente que se divide en cuatro electrodos colectores de corriente de la unidad, en el que todos los electrodos colectores de corriente de la unidad están conectados eléctricamente a un electrodo externo. Además, se forma un filete de soldadura para cubrir la superficie superior de un electrodo colector de corriente y el lado del electrodo colector de corriente. Cuanto más grande es el filete, mayor es la resistencia de adherencia entre el electrodo externo y el electrodo colector de corriente. Como el electrodo colector de corriente se divide en cuatro, una capa de soldadura cubre la superficie inferior del electrodo externo en los extremos de los electrodos colectores de corriente de la unidad. La capa de soldadura cubre además las paredes laterales de los electrodos colectores de corriente de la unidad y la parte posterior del electrodo externo para formar el filete. Esto se describe como un aumento de la fuerza de conexión entre el electrodo externo y el electrodo colector de corriente para evitar la exfoliación del electrodo externo.

45 El documento US 2005/0115602 divulga un arreglo de conversión fotoeléctrica que se forma conectando células de conversión fotoeléctrica en serie. Cada célula de conversión fotoeléctrica incluye: un sustrato, al menos una superficie principal de la cual está hecha una capa conductora; partículas semiconductoras cristalinas plurales provistas en la superficie conductora del sustrato; una capa de aislamiento rellena de espacios libres entre las partículas semiconductoras cristalinas; una capa conductora eléctrica transparente provista por encima de las múltiples partículas semiconductoras cristalinas; un electrodo colector, formado en la capa conductora eléctrica transparente, para recolectar la electricidad de la capa conductora eléctrica transparente. El sustrato está provisto de una porción de electrodo de sustrato en una parte extrema, a través de la cual se expone la superficie conductora del sustrato, y un electrodo de conexión se forma extendiendo el electrodo colector, de modo que el electrodo de conexión en una célula de conversión fotoeléctrica dada está conectado a la porción de electrodo de sustrato en otra célula de conversión fotoeléctrica.

Divulgación de la invención

La técnica convencional descrita anteriormente, sin embargo, tiene el problema de que la salida de energía del módulo de células solares se reduce a través de una prueba de ciclo de temperatura (JIS C8917), que es una prueba de confiabilidad. Una de las razones de esta reducción en la potencia de salida es un aumento en la resistencia de contacto debido a la destrucción de la porción de pasta conductora, tal como la destrucción de la pasta conductora (electrodo de la barra colectora), el descamado en una interfaz entre la pasta conductora y el cuerpo de conversión fotoeléctrica, y el descamado en una interfaz entre la pasta conductora y la capa de aleación.

Presumiblemente, este fenómeno es causado por los siguientes factores. En el módulo de células solares con una estructura convencional que se muestra en la Fig. 2, el coeficiente de expansión térmica del elemento de conexión es aproximadamente $1,7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (Cu), mientras que el coeficiente de expansión térmica del cuerpo de conversión fotoeléctrica es aproximadamente $3,6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (Si). Dicho de otra manera, estos coeficientes de expansión térmica difieren en un factor de aproximadamente 5. Por lo tanto, cuando el módulo de células solares se somete a **ciclos de temperatura, la pasta conductora ubicada entre los elementos de conexión y los cuerpos de conversión fotoeléctricos se somete a tensión.** Además, los ciclos continuos de temperatura dan como resultado la acumulación de daños en las porciones de pasta conductora. Se considera que esto destruye las porciones de pasta conductora, lo que conduce al aumento de la resistencia de contacto. Dicha destrucción de la pasta conductora debido a la tensión puede ser causada por una mayor proporción de partículas metálicas en la pasta conductora. Específicamente, supongamos que la proporción de las partículas metálicas se hace más grande para reducir la resistencia eléctrica de la pasta conductora tanto como sea posible. Esta condición debilita la adhesión entre las partículas metálicas, la adhesión entre la pasta conductora y la porción de aleación, y la adhesión entre la pasta conductora y el cuerpo de conversión fotoeléctrica. Tal problema puede ocurrir no solo en el módulo de células solares con una estructura HIT, sino también en el caso en que la diferencia sea grande entre el coeficiente de expansión térmica de un material de la base del cuerpo de conversión fotoeléctrica y el coeficiente de expansión térmica de un material del núcleo del elemento de conexión.

Por lo tanto, en vista del problema descrito anteriormente, un objeto de la presente invención es proporcionar un módulo de células solares que tenga una potencia de salida del módulo menos reducida y una fiabilidad mejorada.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un módulo de células solares de acuerdo con la reivindicación 1.

En el módulo de células solares de acuerdo con el aspecto de la presente invención, es posible suprimir la reducción de la potencia de salida del módulo y, por lo tanto, mejorar su fiabilidad, ya que la resina tiene una gran flexibilidad y no solo los electrodos de conexión y el elemento de conexión sino también las células solares y el elemento de conexión.

En el módulo de células solares de acuerdo con el aspecto de la presente invención, cada uno de los electrodos de conexión puede ser un electrodo de la barra colectora, y la capa adhesiva puede estar provista entre el elemento de conexión y una porción de conexión de un electrodo de dedo donde el electrodo de dedo está conectado al electrodo de la barra colectora.

En el módulo de células solares, es posible unir los electrodos de dedo y los elementos de conexión, y de ese modo mejorar además la adhesión.

En el módulo de células solares que se describe más arriba, el electrodo de dedo y el elemento de conexión pueden estar eléctricamente conectados por la pluralidad de partículas conductoras.

En el módulo de células solares, es posible establecer la conexión eléctrica al elemento de conexión mediante el electrodo de dedo, incluso si la conexión entre el electrodo de la barra colectora y el electrodo de dedo está desconectada.

En el módulo de células solares de acuerdo con el aspecto de la presente invención, la pluralidad de partículas conductoras pueden estar incluidas en una fracción de volumen de 3 a 20% en la resina dispuesta en la superficie lateral del electrodo de conexión.

En el módulo de células solares, es posible reducir la tensión interna en una región adyacente a la superficie lateral.

En el módulo de células solares de acuerdo con el aspecto de la presente invención, una superficie del electrodo de conexión puede tener forma desigual, y las porciones proyectadas pueden estar en contacto con el elemento de conexión.

En el módulo de células solares, es posible preferentemente mejorar la conexión eléctrica entre el electrodo de conexión y el elemento de conexión, ya que una porción del electrodo de conexión está en contacto con el elemento de conexión.

En el módulo de células solares de acuerdo con el aspecto de la presente invención, la resina incluida en la capa adhesiva puede ser una resina igual que un material de resina utilizado en el electrodo de conexión.

In el módulo de células solares, es posible lograr una buena compatibilidad de unión entre el electrodo de conexión y la capa adhesiva, de ese modo fortalecer además la adhesión.

- 5 De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar un módulo de células solares que tenga una potencia de salida del módulo menos reducida y una confiabilidad mejorada.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La Fig. 1 es una vista en corte transversal de células solares convencionales.

[Fig. 2] La Fig. 2 es una vista en corte transversal ampliada de la célula solar convencional.

- 10 [Fig. 3] La Fig. 3 es una vista en corte transversal de una célula solar de acuerdo con una presente realizaciones.

[Fig. 4] La Fig. 4 es una vista desde arriba de la célula solar de acuerdo con esta realización.

[Fig. 5] La Fig. 5 es una vista en corte transversal ampliada de la célula solar de acuerdo con esta realización (No. 1).

- 15 [Fig. 6] La Fig. 6 es una vista en corte transversal ampliada de la célula solar de acuerdo con esta realización (No. 2).

[Fig. 7] La Fig. 7 es una vista en corte transversal ampliada de la célula solar de acuerdo con esta realización (No. 3).

[Fig. 8] La Fig. 8 es una vista en corte transversal ampliada de la célula solar de acuerdo con esta realización (No. 4).

- 20 [Fig. 9] Fig. 9 es una vista en corte transversal ampliada de la célula solar de acuerdo con esta realización (No. 5).

[Fig. 10] La Fig. 10 es una vista en corte transversal que ilustra un procedimiento para producir un módulo de células solares de acuerdo con el Ejemplo 1 (No. 1).

[Fig. 11] La Fig. 11 es una vista en corte transversal que ilustra el procedimiento para producir un módulo de células solares de acuerdo con el Ejemplo 1 (No. 2).

- 25 [Fig. 12] La Fig. 12 es una vista en corte transversal que ilustra el procedimiento para producir un módulo de células solares de acuerdo con el Ejemplo 1 (No. 3).

[Fig. 13] La Fig. 13 es una vista en corte transversal que ilustra el procedimiento para producir un módulo de células solares de acuerdo con el Ejemplo 1 (No. 4).

- 30 [Fig. 14] La Fig. 14 es una vista en corte transversal ampliada de una célula solar de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 1.

[Fig. 15] La Fig. 15 es una vista en corte transversal que ilustra un procedimiento para producir un módulo de células solares de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 1.

[Fig. 16] La Fig. 16 es una vista desde arriba de una célula solar de acuerdo con el Ejemplo 1.

- 35 [Fig. 17] La Fig. 17 es una vista en corte transversal ampliada de una célula solar de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 y 2 después de una prueba de ciclo de temperatura.

[Fig.18] La Fig.18 es una vista desde arriba de la célula solar de acuerdo con los Ejemplos Comparativos 1 y 2 después de una prueba de ciclo de temperatura.

[Fig. 19] La Fig. 19 es un gráfico que muestra los resultados del experimento de células solares de acuerdo con el Ejemplo 1, entre los cuales se varían las clases de partículas conductoras y densidades de las mismas.

- 40 **Mejores modos para llevar a cabo la invención**

En lo sucesivo, se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos. En la siguiente descripción de los dibujos, los componentes idénticos o similares se indican mediante símbolos de referencia idénticos o similares. Cabe señalar, sin embargo, que los dibujos son esquemáticos, y que las proporciones dimensionales y similares son diferentes de sus valores reales. En consecuencia, las dimensiones específicas y similares deben inferirse sobre la base de la descripción que se proporciona a continuación. Además, las relaciones dimensionales y las proporciones dimensionales pueden ser diferentes de un dibujo a otro en algunas partes.

- 45

(Módulo de células solares)

Como ejemplo de una célula solar de acuerdo con la realización, se describirá a continuación una célula solar con una estructura de HIT. La Fig. 3 es una vista en sección transversal de la célula solar de acuerdo con esta realización. La Fig. 4 es una vista superior de la célula solar de acuerdo con esta realización.

5 Como se muestra en la Fig. 3, en la célula solar de acuerdo con esta realización, se forma una capa de silicio amorfo de tipo p 10b en el lado de la superficie superior de un sustrato de silicio de cristal único tipo n 10d con una capa de silicio amorfo tipo i 10c interpuesta entre las mismas. Además, se forma una película ITO 10a sobre la capa de silicio amorfo tipo p 10b. Por otra parte, una capa de silicio amorfo tipo n 10f se forma en el lado de la superficie inferior del sustrato de silicio cristalino simple tipo n 10d con una capa de silicio amorfo tipo i 10e interpuesta entre las mismas.
10 Además, se forma una película ITO 10g sobre la capa de silicio amorfo tipo n 10f. En las películas ITO 10a y 10g, cada uno de los electrodos colectores formado por electrodos de la barra colectora 20 y electrodos de dedo 30 se forman como se muestra en la Fig. 3 y Fig. 4. Cada electrodo colector está formado por una pasta conductora termoestable que contiene una resina epoxi como aglutinante y partículas de plata como relleno. De esta manera, la célula solar incluye un cuerpo de conversión fotoeléctrica 10 y los electrodos colectores que se forman en el cuerpo de conversión fotoeléctrica 10, y cada uno de ellos está formado por los electrodos de la barra colectora 20 y electrodos de dedo 30.

Mientras tanto, en un módulo de células solares de acuerdo con esta realización, los electrodos de la barra colectora 20 de la pluralidad de células solares están conectados eléctricamente entre sí por elementos de conexión fabricados a partir de elementos conductores tales como lámina de cobre. La pluralidad de células solares conectadas eléctricamente entre sí están selladas en un elemento de sellado translúcido fabricado a partir de EVA o similar entre un elemento translúcido de protección de la superficie frontal y un elemento de protección de la superficie posterior. El elemento de protección de la superficie frontal está hecho de vidrio, plástico translúcido o similar. El elemento de protección de la superficie posterior es una película de PET o similar.

A continuación, se describirá en detalle la unión de los electrodos de la barra colectora 20 y los elementos de conexión 40 en el módulo de células solares de acuerdo con esta realización.

El módulo de células solares de acuerdo con esta realización incluye una capa adhesiva formada de una resina 60 que contiene una pluralidad de partículas conductoras 70 entre el electrodo de la barra colectora 20 y el elemento de conexión 40, como se muestra en la Fig. 5. El electrodo de la barra colectora 20 y el elemento de conexión 40 están conectados eléctricamente por las partículas conductoras 70. Mientras tanto, la resina 60 cubre la superficie lateral del electrodo de la barra colectora 20, y une el elemento de conexión 40 con una superficie del cuerpo de conversión fotoeléctrica 10. Obsérvese que el elemento de conexión 40 está hecho de un material de metal, tal como lámina de cobre, completamente recubierta con estaño.

La resina 60 es, por ejemplo, una resina epoxi termoestable. Las partículas conductoras 70 son, por ejemplo, níquel. En la Fig. 5, una fila de partículas de níquel se interpone entre el electrodo de la barra colectora 20 y el elemento de conexión 40. El electrodo de la barra colectora 20 y el elemento de conexión 40 están conectados eléctricamente por la fila de partículas de níquel. Obsérvese que, en la Fig. 5, la fila de partículas de níquel conecta eléctricamente el electrodo de la barra colectora 20 al elemento de conexión 40; sin embargo, una pluralidad de filas de partículas de níquel formadas en forma continua puede conectar eléctricamente el electrodo de la barra colectora 20 al elemento de conexión 40.

40 Como partículas conductoras 70, se puede utilizar al menos un tipo de partículas de metal electro-conductor seleccionado del grupo que consiste en cobre, plata, aluminio, níquel, estaño, oro y similares; partículas de aleación de los mismos; partículas mixtas de metal de los mismos; o similares. Alternativamente, pueden usarse partículas obtenidas por recubrimiento de al menos un óxido inorgánico seleccionado del grupo que consiste en alúmina, sílice, óxido de titanio, vidrio, y similares, con un metal. Se pueden usar partículas obtenidas por recubrimiento de al menos uno seleccionado del grupo que consiste en una resina epoxi, una resina acrílica, una resina de poliimida, una resina de fenol, una resina de uretano, una resina de silicio, y similares; un copolímero de las mismas; una mezcla de las mismas; o similares con un metal. Además, se pueden aplicar esquemas para mejorar la conductividad eléctrica para la forma de las partículas conductoras 70: por ejemplo, mezcla de partículas en forma de escamas y partículas esféricas; mezcla de partículas de diferentes tamaños; y provisión de formas desiguales en las superficies.

50 Mientras tanto, es preferible que la resina 60 para recubrir completamente el electrodo de la barra colectora 20 sea un material más flexible que un material usado para el elemento de conexión 40 con el fin de reducir la tensión del elemento de conexión debido a la expansión y contracción en ciclo de temperatura. Además, considerando la ejecución de la unión del elemento de conexión 40 al mismo tiempo, preferentemente se utiliza un material de resina termoestable como la resina 60. Además, para mantener la fiabilidad, la resina 60 debe tener una excelente resistencia a la humedad y resistencia térmica resistencia. Una resina que satisface estos requisitos y, por lo tanto, se puede usar aquí es, por ejemplo: una resina seleccionada del grupo que consiste en una resina epoxi, una resina acrílica, una resina de poliimida, una resina de fenol, una resina de uretano, una resina de silicio, y similar; o una mezcla de las mismas; un copolímero de las mismas; o similar.

Además, teniendo en cuenta la compatibilidad de unión con el electrodo de la barra colectora 20, la resina 60 es preferiblemente la misma resina que el material de resina utilizado para el electrodo de la barra colectora 20. Además, desde el punto de vista de ser curable a baja temperatura y en un período corto, se utiliza preferentemente una resina epoxi o una resina acrílica para la fabricación. La resina 60 también puede tener forma de película y puede soldarse por calor.

En cuanto a la proporción de la resina 60 y las partículas conductoras 70, las partículas conductoras 70 son preferentemente 70% en peso más con respecto a la resina 60, en consideración de la conductividad eléctrica. Además, las partículas conductoras 70 se incluyen preferiblemente en la resina dispuesta en la superficie lateral del electrodo de la barra colectora 20 (la porción se designa por X en la Fig. 6) como se muestra en la Fig. 6 en una fracción de volumen de 3 a 20%. Esta fracción de volumen se puede calcular a partir de un porcentaje de área de las partículas conductoras 70 en la resina observada por SEM (micrografía electrónica de barrido) de sección transversal.

En la célula solar de acuerdo con esta realización, como se muestra en la Fig. 7, la capa adhesiva puede estar provista entre el elemento de conexión 40 y una porción de conexión al electrodo de la barra colectora 20 del electrodo de dedo 30 que está conectado al electrodo de la barra colectora 20. Mientras tanto, como se muestra en la Fig. 8, el electrodo de dedo 30 y el elemento de conexión 40 pueden estar eléctricamente conectados por las partículas conductoras 70.

En la célula solar de acuerdo con esta realización, como se muestra en la Fig. 9, una superficie del electrodo de la barra colectora 20 puede tener forma desigual, y las porciones proyectadas pueden estar en contacto con el elemento de conexión 40.

(Ventajas y efectos)

En el módulo de células solares de acuerdo con esta realización, la resina altamente flexible 60 une los electrodos de la barra colectora 20 y los elementos de conexión 40. Además, la resina 60 también une los cuerpos de conversión fotoeléctricos 10 y los elementos de conexión 40. Por lo tanto, la tensión causada por la diferencia en los coeficientes de expansión lineal entre el elemento de conexión 40 y el cuerpo de conversión fotoeléctrica 10 se puede reducir en la resina 60. Por este motivo, es posible suprimir la destrucción de la pasta conductora (electrodo de la barra colectora), el descamado en la interfaz entre la pasta conductora y el cuerpo de conversión fotoeléctrica, y el descamado en la interfaz entre la pasta conductora y la capa de aleación. Como resultado, es posible evitar el aumento de la resistencia de contacto debido a la destrucción de la porción de pasta conductora, y de este modo suprimir la reducción en la potencia de salida del módulo. Por lo tanto, se puede mejorar la fiabilidad del módulo de células solares.

Mientras tanto, en las técnicas convencionales, dado que una dirección de extensión del electrodo de la barra colectora y una dirección de extensión del electrodo de dedo 30 se cruzan perpendicularmente, se aplica tensión a la intersección de estos electrodos. Por lo tanto, cuando esta porción de intersección se destruye, se produce un fallo de contacto entre el electrodo de la barra colectora 20 y el electrodo de dedo 30, lo que causa una reducción en la potencia de salida del módulo. En esta realización, la capa adhesiva está provista entre el elemento de conexión 40 y la porción de conexión al electrodo de la barra colectora 20 del electrodo de dedo 30 que está conectado al electrodo de la barra colectora 20. Por este motivo, el electrodo de dedo 30 y el elemento de conexión 40 se pueden unir, mejorando de ese modo además la adhesión.

Además, el electrodo de dedo 30 y el elemento de conexión 40 están conectados eléctricamente por las partículas conductoras 70. Por consiguiente, incluso si la conexión entre el electrodo de la barra colectora 20 y el electrodo de dedo 30 se desconecta, la conexión eléctrica al elemento de conexión 40 se puede establecer a través del electrodo de dedo 30.

Además, en una región de resina dispuesta en la pared lateral del electrodo de la barra colectora 20, existe una tensión interna residual debido a la contracción de la resina en el curado. Es probable que esta tensión cause un descamado en la interfaz entre el elemento de conexión 40 y la resina 60. En esta realización, las partículas conductoras 70 están incluidas en la resina dispuesta en las superficies laterales del electrodo de la barra colectora 20 en una fracción de volumen de 3 a 20%. Por este motivo, en las regiones adyacentes a las superficies laterales, se puede reducir la tensión interna en la resina. En otras palabras, las partículas conductoras 70 interrumpen la unión entre las moléculas de la resina 60, y así se suprime la contracción de la resina en el curado. Como resultado, se puede reducir la tensión residual en la resina.

Además, en esta realización, la superficie del electrodo de la barra colectora 20 puede tener forma desigual, y las partes proyectadas pueden estar en contacto con el elemento de conexión 40. Este contacto entre las porciones del electrodo de la barra colectora 20 y el elemento de conexión 40 puede proporcionar una excelente conexión eléctrica entre el electrodo de la barra colectora 20 y el elemento de conexión 40.

Además, la resina incluida en la capa adhesiva proporcionada entre el electrodo de la barra colectora 20 y el elemento de conexión 40 es preferentemente la misma resina que el material de resina utilizado para el electrodo de la barra colectora 20. Con dicha composición de resina, se mejora la compatibilidad de unión entre el electrodo de la

barra colectora y la capa adhesiva, lo que refuerza aún más la adhesión.

(Procedimiento para producir módulo de células solares)

A continuación, se describirá un procedimiento para producir un módulo de células solares de acuerdo con esta realización.

5 Primero, un procedimiento para producir el cuerpo de conversión fotoeléctrica 10 es el mismo que un procedimiento convencional; en consecuencia, se omitirá su descripción. A continuación, como se muestra en la Fig. 3, los electrodos de la barra colectora 20 y electrodos de dedo 30 se forman en el cuerpo de conversión fotoeléctrica 10 mediante el uso de una pasta de plata termoestable a base de epoxi. Específicamente, la pasta de plata se imprime en serigrafía en una superficie que recibe luz del cuerpo de conversión fotoeléctrica 10, y luego se calienta a 150 ° C durante 5 minutos para curar preliminarmente la pasta de plata. Luego, esa pasta de plata se imprime en serigrafía en un lado de la superficie posterior del cuerpo de conversión fotoeléctrica 10, y luego se calienta a 150 ° C durante 5 minutos para curar preliminarmente la pasta de plata. Posteriormente, las pastas de plata se curan completamente calentándolas a 200 ° C durante 1 hora. Como resultado, se produce una célula solar.

10 A continuación, utilizando un dispensador, se aplica una resina epoxi que contiene partículas de níquel a aproximadamente el 5% en volumen sobre el electrodo de la barra colectora 20 en un espesor de aproximadamente 30 mm y se aplica para cubrir cada superficie lateral del electrodo de la barra colectora 20 a aproximadamente 100 mm, como se muestra en la Fig. 5.

15 La resina se aplica a ambas superficies del lado de la superficie de recepción de luz y del lado de la superficie posterior de cada pluralidad de células solares. A partir de entonces, los elementos de conexión 40 se disponen en las resinas aplicadas, respectivamente. Los elementos de conexión 40 en el lado de la superficie de recepción de luz y el lado de la superficie posterior se calientan a 200 ° C durante 1 hora, mientras se los presiona hacia la célula solar a aproximadamente 2 MPa, para formar una cadena.

20 A continuación, una pluralidad de cadenas están conectadas eléctricamente. A partir de entonces, un vidrio, una lámina de sellado, una pluralidad de cadenas, una lámina de sellado y una lámina de la superficie posterior se apilan en este orden para formar un cuerpo laminado. A continuación, este cuerpo laminado se une por compresión térmica a 150 ° C durante 10 minutos bajo una atmósfera de vacío para realizar una unión por compresión preliminar. Posteriormente, el cuerpo laminado se calienta a 150 ° C durante 1 hora para curar completamente los miembros de sellado. Luego, una caja de terminales y un bastidor de metal se unen al cuerpo laminado para producir un módulo de células solares.

25 Obsérvese que, en la descripción anterior, se aplica una resina epoxi al electrodo de la barra colectora 20, y el elemento de conexión 40 está dispuesto en la resina; sin embargo, una película de resina que incluye las partículas metálicas puede estar dispuesta en el electrodo de la barra colectora 20, y el elemento de conexión 40 está dispuesto en la película de resina para formar la cadena.

30 (Otras realizaciones)

Aunque la presente invención se ha descrito sobre la base de la realización mencionada anteriormente, no debe entenderse que las descripciones y los dibujos que constituyen partes de esta divulgación limitan la invención. Varias realizaciones alternativas, ejemplos, y tecnologías de operación serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de esta descripción.

35 Por ejemplo, la presente invención, por supuesto, no se limita a la estructura descrita en la realización descrita anteriormente, ya que la presente invención es para resolver un problema que surge cuando existe una diferencia en el coeficiente de expansión lineal entre el material base de los cuerpos de conversión fotoeléctrica 10 y el material del núcleo de los elementos de conexión 40 para conectar la pluralidad de células solares. Por ejemplo, la presente invención puede aplicarse también al siguiente caso. Específicamente, se utiliza un material que tiene un coeficiente de expansión lineal relativamente bajo, como un sustrato de Si hecho de Si de cristal simple, Si policristalino o similar, un sustrato de acero inoxidable o un sustrato de vidrio como sustrato del cuerpo de conversión fotoeléctrica 10. Sobre el sustrato, se forman varias capas de conversión fotoeléctrica mediante un procedimiento tal como un procedimiento de difusión térmica, un procedimiento de CVD por plasma o similar. En el cuerpo de conversión fotoeléctrica, se forma un mecanismo de extracción de electricidad mediante el uso de una pasta conductora. En la pasta conductora, se une un cable de plomo que incluye un material de núcleo que es un material que tiene un coeficiente de expansión lineal relativamente alto, tal como cobre, plata, aluminio, níquel, estaño, oro o sus aleaciones. La presente invención también se puede aplicar a una célula solar con una estructura de este tipo.

40 Por lo tanto, es obvio que la presente invención incluye varias realizaciones y similares no descritas en este documento.

45 Por consiguiente, el alcance técnico de la presente invención solo debe definirse por los elementos reivindicados de acuerdo con el alcance de las reivindicaciones que se entienden razonablemente a partir de la descripción anterior.

Ejemplos

En lo sucesivo, un módulo de células solares de película delgada de acuerdo con la presente invención se describirá específicamente a modo de Ejemplos. La presente invención, sin embargo, no se limita al siguiente Ejemplo, y por lo tanto puede llevarse a cabo haciendo cambios apropiados sin apartarse del alcance de la invención

5 (Ejemplo 1)

Como una célula solar de acuerdo con el Ejemplo 1 de la presente invención, se produjo una célula solar mostrada en la Fig. 3, Fig. 4, y Fig. 6 de la siguiente manera. En el siguiente procedimiento de producción, el proceso se dividirá en las etapas 1 a 4, y se describirá.

<Etapa 1> Producción del cuerpo de conversión fotoeléctrica

10 En primer lugar, como se muestra en la Fig. 3, se preparó un sustrato de silicio cristalino simple tipo n con un grosor de aproximadamente 300 μm y se preparó una resistividad eléctrica de aproximadamente $1 \Omega \cdot \text{cm}$ limpiando el sustrato para eliminar las impurezas. A continuación, utilizando un procedimiento de CVD por plasma de RF, se formó una capa de silicio amorfo de tipo i 10c con un espesor de aproximadamente 5 nm y una capa de silicio amorfo de tipo p 10b con un espesor de aproximadamente 5 nm en la superficie superior del sustrato de silicio de cristal simple tipo n 10d en este orden. Obsérvese que las condiciones específicas del procedimiento de CVD por plasma de RF para formar la capa de silicio amorfo de tipo i 10c y la capa de silicio amorfo de tipo p 10b fueron las siguientes: Frecuencia: aproximadamente 13,65 MHz; Temperatura de formación: aproximadamente 100 a 250 ° C; Presión de reacción: aproximadamente 26,6 a 80,0 Pa; y Potencia RF: aproximadamente 10 a 100 W.

20 A continuación, se formaron una capa de silicio amorfo tipo i 10e con un espesor de aproximadamente 5 nm y una capa de silicio amorfo tipo n 10f con un espesor de aproximadamente 5 nm sobre la superficie inferior del sustrato de silicio de cristal simple tipo n 10d en este orden. Obsérvese que la capa de silicio amorfo tipo i 10e y la capa de silicio amorfo tipo n 10f se formaron mediante los mismos procesos que los de la capa de silicio amorfo tipo i 10c y la capa de silicio amorfo tipo p descritas anteriormente.

25 A continuación, mediante el uso de un procedimiento de pulverización catódica por magnetrón, se formaron películas de ITO 10a y 10g con un espesor de aproximadamente 100 nm en la capa de silicio amorfo tipo p 10b y la capa de silicio amorfo tipo n 10f, respectivamente. Las condiciones específicas para formar las películas de ITO 10a y 10g fueron las siguientes: Temperatura de formación: aproximadamente 50 a 250 ° C; Tasa de flujo de gas Ar: aproximadamente 200 parecen; Caudal de gas O₂: aproximadamente 50 seem; Potencia: aproximadamente 0,5 a 3 kW; Fuerza del campo magnético: aproximadamente 500 a 3000 Gauss.

30 <Etapa 2> Formación de electrodo colector

Mediante el uso de un procedimiento de serigrafía, se transfirió una pasta de plata termoestable a base de epoxi en una región predeterminada de la película del electrodo transparente en el lado de la superficie que recibe luz, y luego se calentó a 150 ° C durante 5 minutos para ser preliminarmente curado. Después de eso, la pasta se calentó a 200°C durante una hora para curarse completamente. En consecuencia, se formaron electrodos colectores, cada uno formado por una pluralidad de electrodos de dedo 30 y electrodos de la barra colectora 20, en las superficies superiores respectivas de las capas conductoras transparentes como se muestra en la Fig. 4. La pluralidad de electrodos de dedo 30 se formó para extenderse en paralelo entre sí en una separación predeterminada. Los electrodos de la barra colectora 20 son para reunir las corrientes recolectadas por los electrodos de dedo 30. Aquí, los electrodos de la barra colectora 20 tenían una anchura de aproximadamente 1,0 mm y una altura de aproximadamente 50 μm .

<Etapa 3> Formación de cordón

45 Primero, utilizando un dispensador, se aplicó una pasta de níquel termoestable a base de epoxi en los electrodos de la barra colectora 20. Específicamente, como se muestra en la Fig. 10, la pasta de níquel se aplicó en cada electrodo de la barra colectora 20 en un espesor de aproximadamente 30 μm . En este momento, la pasta de níquel se aplicó para cubrir el exterior de las superficies laterales del electrodo de la barra colectora 20 en aproximadamente 100 μm . Al mismo tiempo, se aplicó la pasta de níquel para cubrir una porción de la base del electrodo de dedo 30 como se muestra en la Fig. 11. Obsérvese que la pasta de níquel que se usa aquí incluía partículas de níquel en una fracción de volumen de aproximadamente el 5%.

50 La pasta de níquel se aplicó en ambos lados de la superficie de recepción de luz y posterior. Luego, en cada electrodo de la barra colectora 20 se dispuso una lámina de cobre recubierta con estaño que tenía una anchura de aproximadamente 1,5 mm para servir como un elemento de conexión 40.

55 Posteriormente, como se muestra en la Fig. 12, la pluralidad de células solares se dispuso de manera que estuvieran conectadas entre sí. Cada célula solar fue intercalada por calentadores 80 desde la parte superior e inferior de la célula solar. Posteriormente, la célula solar se calentó a aproximadamente 200 ° C durante una hora mientras se sometía a presión de 2 MPa. Como resultado, la pasta de níquel se curó y se formó una cadena.

Curando y sometiendo a presión la pasta de níquel de esta manera, las partículas de níquel se intercalaron entre la lámina de cobre recubierta con estaño y el electrodo de la barra colectora 20. Como resultado, se obtuvo una excelente conductividad eléctrica. Además, la pasta de níquel se extendió por presión y se extendió para tener el mismo ancho que el elemento de conexión 40. Además, se obtuvo una estructura como se muestra en la Fig. 13 con la pasta de níquel con un espesor de aproximadamente 20 μm cubriendo la parte de la base del electrodo de dedo 30 por una longitud de aproximadamente 200 μm .

<Etapa 4> Modularización

Un elemento de sellado fabricado a partir de una lámina de EVA se dispuso en un elemento de protección de la superficie frontal fabricado a partir de un sustrato de vidrio. Luego, la pluralidad de células solares conectadas por los elementos de conexión se dispuso en el elemento de sellado. Luego, otro elemento de sellado fabricado a partir de una lámina de EVA se dispuso en él, y se dispuso un elemento de protección de la superficie posterior con una estructura de tres capas de PET / lámina de aluminio / PET sobre el elemento de sellado. Este cuerpo laminado se unió por compresión térmica a 150 ° C durante 10 minutos en una atmósfera de vacío para realizar una unión de compresión preliminar. Posteriormente, el cuerpo laminado se calentó a 150°C durante 1 hora para curar completamente los elementos de sellado. Una caja de terminales y un bastidor de metal se unieron al cuerpo laminado para producir un módulo de células solares de acuerdo con el Ejemplo 1.

(Ejemplo comparativo 1)

Como una célula solar de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 1, una célula solar mostrada en la Fig. 14 se produjo de la siguiente manera.

<Etapa 1> Los cuerpos de conversión fotoeléctrica se formaron mediante el mismo procedimiento que el del Ejemplo 1.

<Etapa 2> Los electrodos colectores se formaron utilizando el mismo procedimiento que el del Ejemplo 1, de manera que cada electrodo de la barra colectora 20 tenía una anchura de aproximadamente 1,5 mm.

<Etapa 3> En el Ejemplo Comparativo 1, cada cadena de células solares se formó de manera que cada capa adhesiva no se extendiera más allá del electrodo de la barra colectora 20.

Primero, al usar un dispensador, se aplicó una pasta de níquel termoestable a base de epoxi en los electrodos de la barra colectora 20. Específicamente, como se muestra en la Fig. 15, la pasta de níquel se aplicó en cada electrodo de la barra colectora 20 de manera tal que la pasta de níquel tenía una anchura de aproximadamente 1,2 mm y un espesor de aproximadamente 30 μm . Obsérvese que la pasta de níquel utilizada en este documento incluye partículas de níquel en una fracción de volumen de aproximadamente el 5%.

La pasta de níquel se aplicó en ambos lados de la superficie de recepción de luz y posterior. Luego, en cada electrodo de la barra colectora 20 se dispuso una lámina de cobre recubierta con estaño que tenía una anchura de aproximadamente 1,5 mm para servir como un elemento de conexión 40.

Posteriormente, como se muestra en la Fig. 12, la pluralidad de células solares se dispuso de manera que estuvieran conectadas entre sí. Cada célula solar fue intercalada por calentadores 80 desde la parte superior e inferior de la célula solar. Posteriormente, la célula solar se calentó a aproximadamente 200 ° C durante una hora mientras se sometió a presión a 2 MPa. Como resultado, la pasta de níquel se curó y se formó la cadena. Curando y sometiendo a presión la pasta de níquel de esta manera, las partículas de níquel se intercalaron entre la lámina de cobre recubierta con estaño y el electrodo de la barra colectora 20. Como resultado, se obtuvo una excelente conductividad eléctrica. Además, la pasta de níquel se extendió por presión y se extendió hasta tener casi el mismo ancho que la del elemento de conexión 40.

<Etapa 4> Un módulo de células solares fue producido por el mismo procedimiento que el del Ejemplo 1.

(Ejemplo Comparativo 2)

Como una célula solar de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 2, se produjo una célula solar con uniones de soldadura convencionales de la siguiente manera.

<Etapa 1> Los cuerpos de conversión fotoeléctrica se formaron mediante el mismo procedimiento que el del Ejemplo 1.

<Etapa 2> Los electrodos de recolección se formaron utilizando el mismo procedimiento que el del Ejemplo 1, de manera que cada electrodo de la barra colectora 20 tenía una anchura de aproximadamente 1,5 mm.

<Etapa 3> Se dispuso la lámina de cobre recubierta con soldadura de Sn-Ag-Cu con una anchura de aproximadamente 1,5 mm para servir como elemento de conexión 40 en cada electrodo de la barra colectora 20. A continuación, como se muestra en la Fig. 12, la pluralidad de células solares se dispuso para estar conectadas entre sí. Luego, el electrodo de la barra colectora 20 y el elemento de conexión 40 se unieron por soldadura para formar

una cadena.

<Etapa 4> Un módulo de células solares fue producido mediante el mismo procedimiento que el del Ejemplo 1.

(Procedimiento de evaluación)

5 Se realizó una prueba de ciclo de temperatura (JIS C8917) en cada uno de los módulos de células solares de acuerdo con el Ejemplo 1 y Ejemplos Comparativos 1 y 2. Se realizó la comparación de la potencia de salida de energía del módulo de células solares antes y después de la prueba, la observación en sección transversal de una porción de conexión de elemento de conexión y la comparación de la emisión de luz mediante un procedimiento de electroluminiscencia. De acuerdo con este estándar JIS, la durabilidad se especifica como una relación de cambio de potencia de salida después de 200 ciclos. Sin embargo, en este tiempo, se realizó una prueba de 400 ciclos para evaluar la durabilidad a largo plazo. La potencia de salida del módulo de células solares se midió con una irradiación de luz de AM1.5 y 100 mW/cm².

En cuanto a la observación del corte transversal, se tomó una sección transversal a lo largo de un plano designado por las flechas mostradas en la Fig. 16 y se observó por SEM. Se observaron diez sitios para cada muestra.

15 El procedimiento de electroluminiscencia se llevó a cabo con referencia a la "Caracterización de Células Solares de Silicio Policristalino por Electroluminiscencia (PVSEC-15, Shanghai, China: octubre de 2005.)" Específicamente, se inyectó una corriente de aproximadamente 2 A a cada módulo de células solares, y la emisión de infrarrojos en ese momento fue observada por una cámara CCD. Con este procedimiento, la emisión es débil en una región donde es menos probable que la corriente fluya debido a una alta resistencia a la corriente o una región donde la longitud de difusión de los portadores menores es pequeña. Por lo tanto, tal región aparece como una región oscura.

20 (Resultados del experimento)

La tabla 1 muestra las relaciones de reducción de potencia de salida normalizada obtenida por la prueba del ciclo de temperatura.

[Tabla 1]

	Ejemplo 1	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2
Relación de potencia de salida normalizada	0,40	0,90	1,00
Imagen SEM de sección transversal de la barra colectora	O	X	X
Emisión EL	O	X	X

25 Cada relación de reducción de potencia de salida se calculó utilizando la siguiente fórmula: $(1 - \text{potencia de salida después de la prueba} / \text{potencia de salida antes de la prueba}) \times 100 (\%)$, y se normalizó con la relación de reducción de potencia de salida en el Ejemplo Comparativo 2 tomada como 1,00. Como se muestra en la Tabla 1, se encuentra que la relación de reducción de potencia de salida normalizada en el Ejemplo 1 es más pequeña que las de los Ejemplos comparativos 1 y 2.

30 Además, como resultado de la observación SEM de sección transversal, no se observaron anomalías particulares en las muestras antes de la prueba del ciclo de temperatura; sin embargo, se observaron grietas como se muestra en la Fig. 17 en las muestras de los Ejemplos Comparativos 1 y 2, después del ensayo del ciclo de temperatura. Por otro lado, en el Ejemplo 1, no se observaron grietas. En la Tabla 1, una muestra sin grieta no observable se representa con un signo "O", y una muestra con cualquier grieta observable se representa con un signo "x".

35 Además, como resultado de la observación de la emisión de acuerdo con el procedimiento de electroluminiscencia, no se observaron anomalías particulares en las muestras antes del ensayo del ciclo de temperatura; sin embargo, se observaron regiones oscuras como se muestra en la Fig. 18 en las muestras de los Ejemplos Comparativos 1 y 2, después de la prueba del ciclo de temperatura. Por otro lado, en el Ejemplo 1, tal región oscura no se observó incluso después de la prueba del ciclo de temperatura. En la Tabla 1, una muestra en el que no apareció una región oscura está representada por un signo "O", y una muestra en el que aparece alguna región oscura está representada por un signo "x".

40 (Observación)

45 En los Ejemplos Comparativos 1 y 2, se observó una grieta en el electrodo de la barra colectora 20 después de la prueba del ciclo de temperatura. Además, en los Ejemplos Comparativos 1 y 2, se observó una región oscura en la prueba de emisión de acuerdo con el procedimiento de electroluminiscencia después de la prueba del ciclo de temperatura. Las regiones oscuras, como se muestra en la parte A de la Fig. 18, que aparecen a lo largo de los electrodos de dedo 30, presumiblemente significan que la emisión de acuerdo con el método de electroluminiscencia

fue débil debido a que un circuito se rompió en una porción de la base de cada electrodo de dedo 30 (es decir, en una porción de conexión al electrodo de la barra colectora correspondiente), lo que dificulta que una corriente fluya desde la base del electrodo de dedo 30 hasta el extremo de la punta del mismo. Mientras tanto, las regiones oscuras como se muestra en una porción B que aparecen a lo largo del electrodo de la barra colectora 20 probablemente se debieron a la grieta en el electrodo de la barra colectora 20 también observada por SEM de sección transversal. Esta grieta probablemente se formó debido al daño acumulado en el electrodo de la barra colectora ubicado entre el elemento de conexión y el sustrato de silicio que tienen coeficientes de expansión lineal muy diferentes entre sí, como resultado de la repetición de la prueba del ciclo de temperatura. En otras palabras, como resultado de la prueba del ciclo de temperatura, los dos tipos de daño descritos anteriormente fueron causados en los electrodos colectores de los Ejemplos Comparativos 1 y 2. Tal daño en el electrodo colector supuestamente causó una reducción en la potencia de salida.

Por otro lado, en el Ejemplo 1, no se observaron grietas en el electrodo de la barra colectora 20 ni regiones oscuras de acuerdo con el método de electroluminiscencia. Además, en el Ejemplo 1, la reducción de la potencia de salida debido a la prueba del ciclo de temperatura disminuyó considerablemente. En otras palabras, en el Ejemplo 1, dado que cada electrodo de la barra colectora 20 se cubrió con una región de resina y por lo tanto se reforzó, las grietas en el electrodo de la barra colectora 20 debido al ciclo de temperatura se eliminaron. Además, en el Ejemplo 1, dado que la porción de base de cada uno de los electrodos de dedo 30 se cubrió con la región resina, se eliminó la ruptura del circuito en la porción de base del electrodo de dedo causada por el ciclo de temperatura. Presumiblemente debido a la supresión, la reducción de la potencia de salida debido a la prueba del ciclo de temperatura disminuyó considerablemente.

(Experimento sobre la densidad de las partículas conductoras)

A continuación, se investigaron los efectos de cambio en la cantidad de las partículas conductoras.

Las muestras entre las cuales se variaron los tipos de partículas conductoras y densidades de las partículas conductoras en la región de la resina se produjeron mediante el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 descrito anteriormente.

Se prepararon dos tipos, plata y níquel, de partículas conductoras. Los diámetros promedio de este tipo de partículas conductoras fueron de 10 μm . Las cantidades de partículas en la resina se ajustaron dentro de un rango de fracción de volumen de 0 a 50%. Si la fracción de volumen de partículas supera el 50%, el desempeño de adherencia de la resina se reduce notablemente. Por lo tanto, la fracción de volumen se estableció dentro de un intervalo de 0 a 50%.

Cada uno de los módulos de células solares producidos como se describe anteriormente se sometió a la prueba del ciclo de temperatura (JIS C8917) para medir las potencias de salida de energía del módulo de células solares antes y después de la prueba. Luego, se compararon las relaciones de reducción de potencia de salida. Las potencias de salida del módulo de células solares se midieron con una irradiación de luz de AM1,5 y 100 mW / cm².

(Resultados del experimento y observación)

En la Fig. 19, el eje horizontal representa el porcentaje de área de las partículas conductoras observadas por SEM de sección transversal del componente de la resina. Mientras tanto, el eje vertical representa la relación de reducción de potencia de salida normalizada. Cada porcentaje de área de las partículas conductoras se calculó como un porcentaje de la sección de las partículas conductoras que ocupan una región (porción X en la Fig. 6) fuera de la superficie lateral del electrodo de la barra colectora, observándose la sección por SEM de sección transversal. Las relaciones de reducción de potencia de salida se calcularon utilizando la siguiente fórmula: $(1 - \text{potencia de salida después de la prueba} / \text{potencia de salida antes de la prueba}) \times 100 (\%)$, y se normalizó con la relación de reducción de potencia de salida en el Ejemplo Comparativo 2 tomada como 1,00.

Como se muestra en la Fig. 19, cuando los porcentajes de área de partículas en la región de la resina fueron de 30% o más, las relaciones de reducción de la potencia de salida normalizada obtenidas debido al ciclo de temperatura fueron las mismas que en el Ejemplo Comparativo 2. Por otra parte, cuando los porcentajes de área de partículas en la región de la resina fueron 25% o menos, se encontró que las relaciones de reducción de potencia de salida normalizada debido al ciclo de temperatura son más pequeñas que en el Ejemplo Comparativo 2. Esto se debe probablemente a que, cuando el porcentaje del área de partículas en la región de la resina es 30% o más, la fuerza de unión en masa es relativamente baja, como a una región del electrodo de la barra colectora y las partículas conductoras están densamente presentes, por lo que es probable que se forme una grieta debido a la tensión debida al ciclo de temperatura. Presumiblemente, debido a que los electrodos de la barra colectora se recubrieron con una resina de este tipo con una fuerte fuerza de unión, se obtuvo un efecto de refuerzo sobre el electrodo de la barra colectora.

Además, se entiende que, dentro de un rango donde el porcentaje de área de partículas en la región de la resina es de 3 a 20%, el efecto para suprimir la reducción de la potencia de salida debido al ciclo de temperatura se incrementó aún más. Esto es presumiblemente porque, cuando el porcentaje de área de partículas en la región de la resina es grande (25% o más), la fuerza de unión en masa es débil como se describió anteriormente, y por lo tanto es probable que se forme una grieta por la tensión debida al ciclo de temperatura. Presumiblemente, como resultado

de esto, se observó una tendencia a causar una reducción de la potencia de salida debido a la prueba del ciclo de temperatura. Por otro lado, cuando el porcentaje de área de partículas en la región de la resina es pequeño (0%), la tensión de contracción generada en el curado es grande, y por lo tanto, el descamado en la interfaz entre la resina y el elemento de conexión o el cuerpo de conversión fotoeléctrica es presumiblemente probable que ocurra.

5 Presumiblemente, como resultado de esto, se observa una tendencia a causar una reducción de la potencia de salida debido a la prueba del ciclo de temperatura. En otras palabras, al contener moderadamente las partículas en la resina, las uniones entre las moléculas en la resina se pueden interrumpir, y así se puede reducir la tensión interna presente en la resina. Como resultado, se puede suprimir el descamado en la interfaz entre la región de resina y el cuerpo de conversión fotoeléctrica o la interfaz entre la región de resina y el elemento de conexión. Como
10 se describió anteriormente, se puede obtener el módulo de células solares con una excelente durabilidad adicional contra los ciclos de temperatura

Aplicabilidad industrial

Como se ha descrito anteriormente, un módulo de células solares de acuerdo con la presente invención puede lograr una fiabilidad mejorada al suprimir la reducción en la potencia de salida del módulo. Por lo tanto, el módulo de
15 células solares es útil en la generación de energía solar.

20

25

30

35

40

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un módulo de células solares en el que una pluralidad de células solares está dispuesta entre un elemento de protección de la superficie frontal y un elemento de protección de la superficie posterior y en el que electrodos de la barra colectora (20) de la pluralidad de células solares están conectados eléctricamente entre sí mediante un elemento de conexión (40), comprendiendo el módulo de células solares:
- una capa adhesiva (60) proporcionada entre cada uno de los electrodos de la barra colectora (20) y el elemento de conexión (40),
 en el que la capa adhesiva (60) cubre una superficie lateral de cada uno de los electrodos de la barra colectora (20), **caracterizado porque:**
 10 la capa adhesiva (60) está fabricada a partir de una resina (60) que contiene una pluralidad de partículas conductoras (70),
 cada uno de los electrodos de la barra colectora (20) y el elemento de conexión (40) está eléctricamente conectado por la pluralidad de partículas conductoras (70),
 15 la resina (60) está configurada para unir el elemento de conexión (40) con una superficie de una célula solar correspondiente, y una anchura de los electrodos de la barra colectora (20) es más estrecho que una anchura del elemento de conexión (40).
- 2.** El módulo de células solares de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:
 20 la capa adhesiva (60) está provista entre el elemento de conexión (40) y una porción de conexión de un electrodo de dedo (30) donde el electrodo de dedo (30) está conectado al electrodo de la barra colectora (20).
- 3.** El módulo de células solares de acuerdo con la reivindicación 2, en el que
 el electrodo de dedo (30) y el elemento de conexión (40) están conectados eléctricamente por cada una de la pluralidad de partículas conductoras (70).
- 4.** El módulo de células solares de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
 25 la pluralidad de partículas conductoras (70) está incluida en una fracción de volumen de 3 a 20% en la resina (60) dispuesta en la superficie lateral cada uno de los electrodos de la barra colectora (20).
- 5.** El módulo de células solares de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
 una superficie del electrodo de la barra colectora (20) tiene una forma irregular, y
 las porciones proyectadas están en contacto con el elemento de conexión (40).
- 30 **6.** El módulo de células solares de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
 la resina (60) incluida en la capa adhesiva (60) es una resina igual que un material de resina utilizado en el electrodo de la barra colectora (20).
- 7.** Un módulo de células solares en el que una pluralidad de células solares están dispuestas entre un elemento de
 35 protección de la superficie frontal y un elemento de protección de la superficie posterior y en el que los electrodos de la barra colectora (20) de la pluralidad de células solares están conectados eléctricamente entre sí mediante un elemento de conexión (40), comprendiendo el módulo de células solares:
 una capa adhesiva (60) que une cada uno de los electrodos de la barra colectora (20) con el elemento de conexión (40) y que cubre una superficie lateral de cada uno de los electrodos de la barra colectora (20) entre el elemento de
 conexión (40) y una superficie de la célula solar correspondiente, **caracterizada porque:**
 40 la capa adhesiva (60) está fabricada a partir de una resina (60),
 la capa adhesiva (60) une el elemento de conexión (40) con la superficie de una célula solar correspondiente, y una anchura de cada uno de los electrodos de la barra colectora (20) es más estrecha
 que una anchura del elemento de conexión (40).

45

FIG. 1

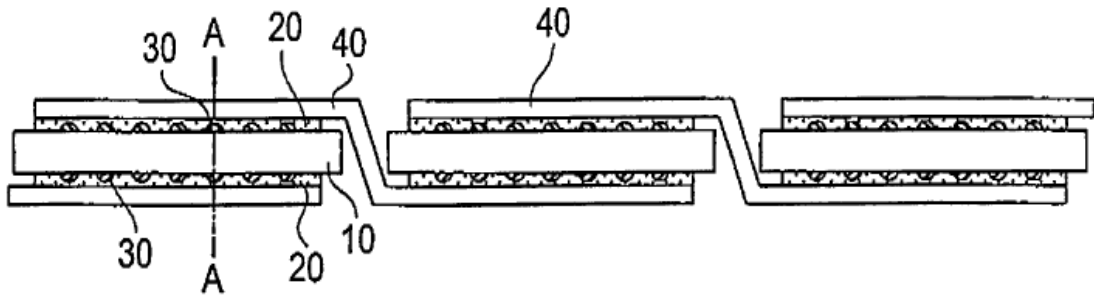


FIG. 2

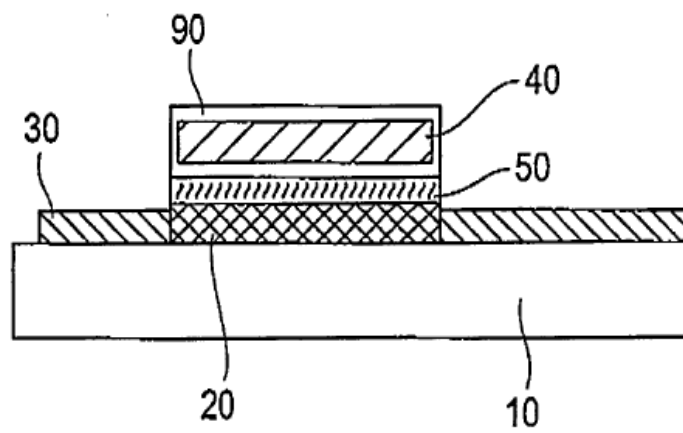


FIG. 3

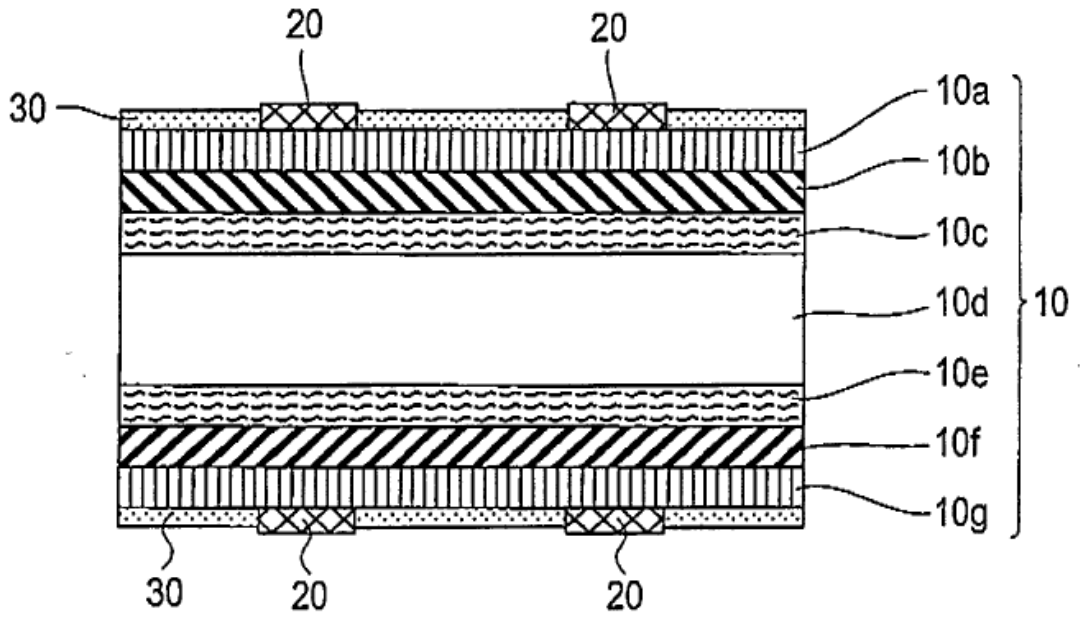


FIG. 4

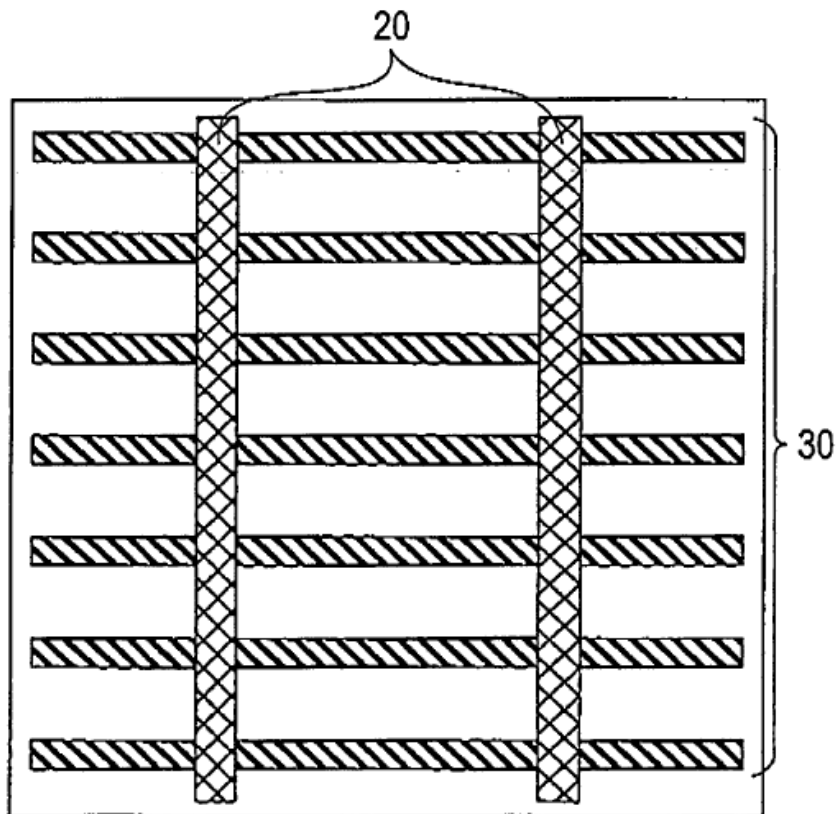


FIG. 5

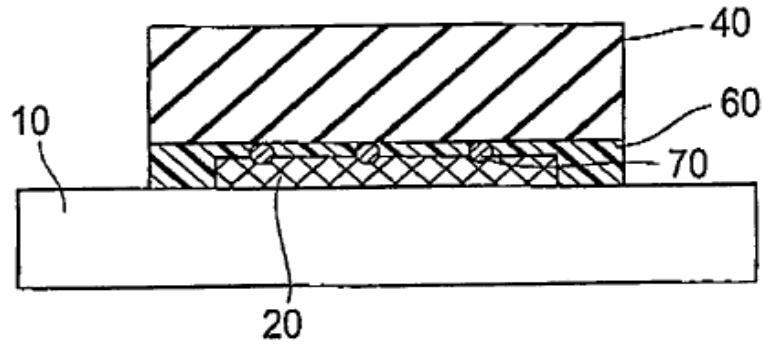


FIG. 6

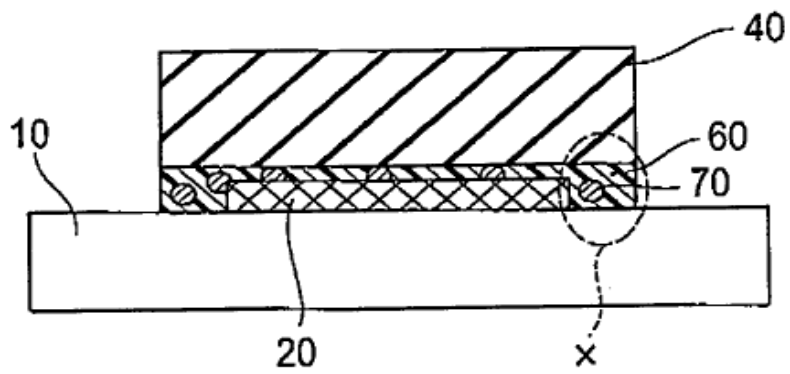


FIG. 7

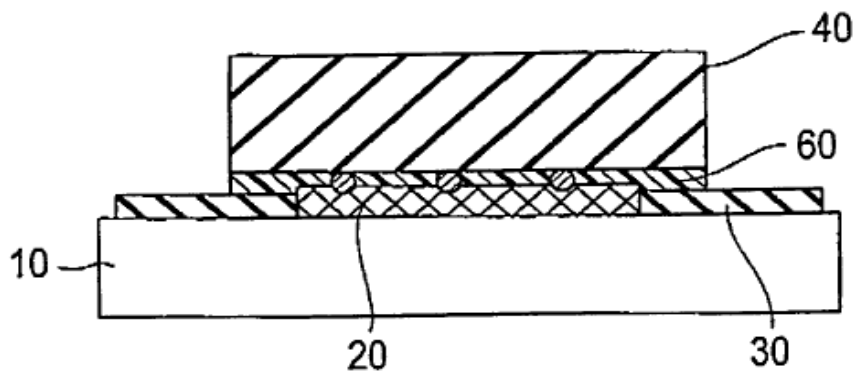


FIG. 8

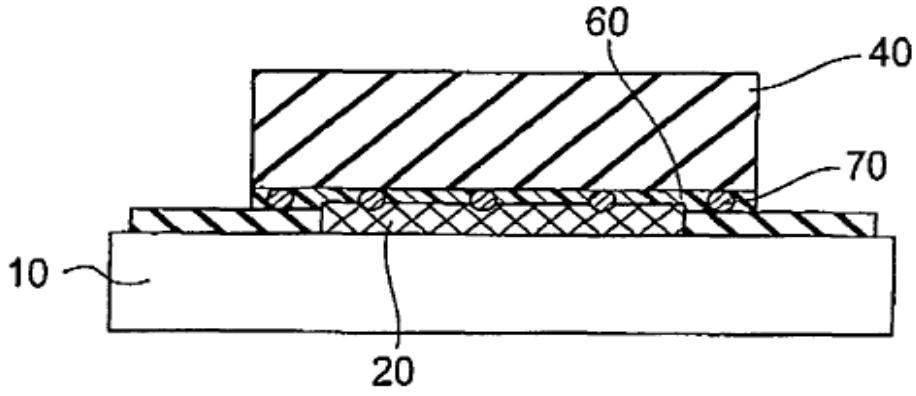


FIG. 9

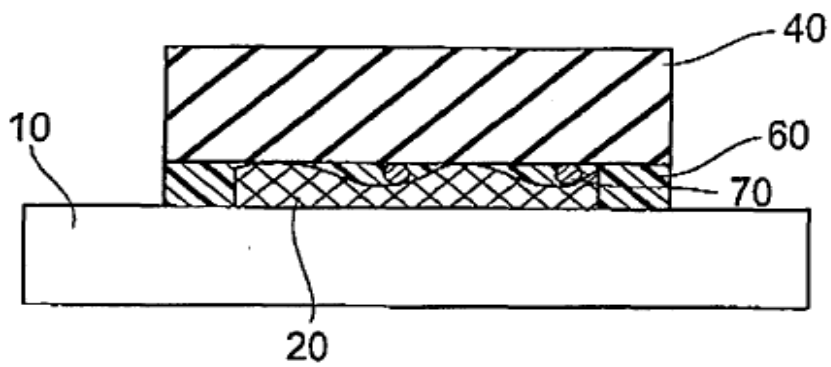


FIG. 10

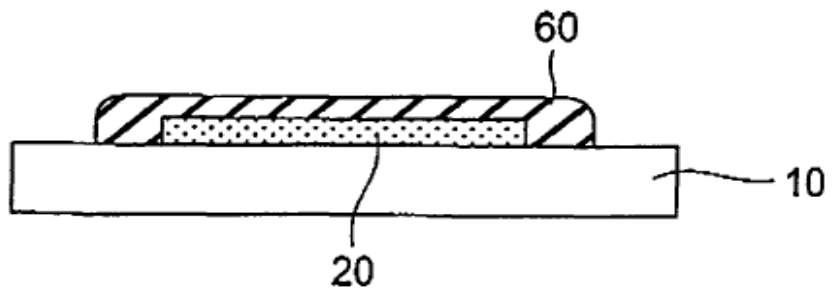


FIG. 11

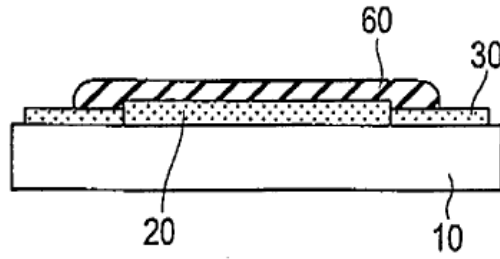


FIG. 12

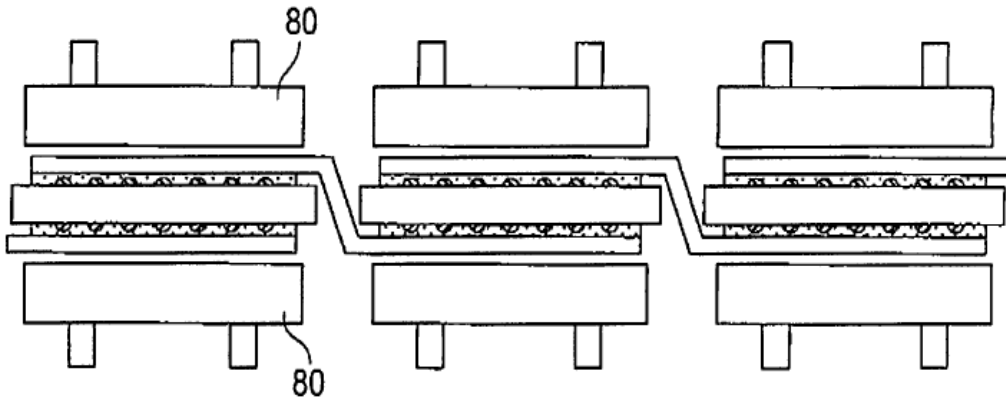


FIG. 13

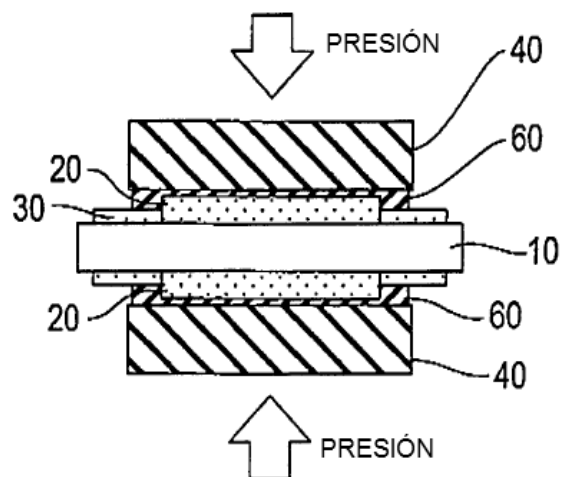


FIG. 14

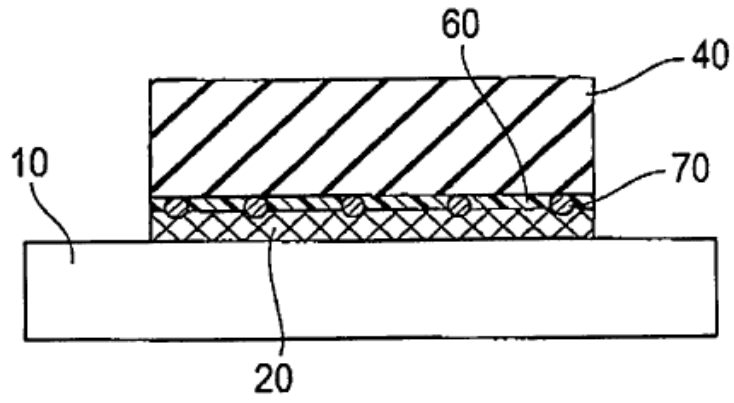


FIG. 15

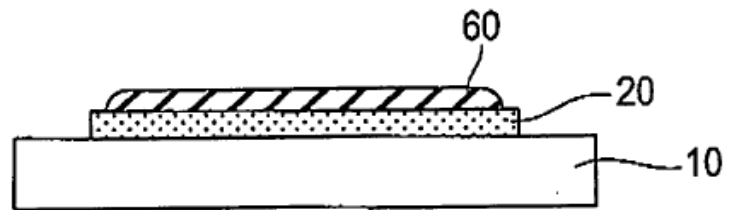


FIG. 16

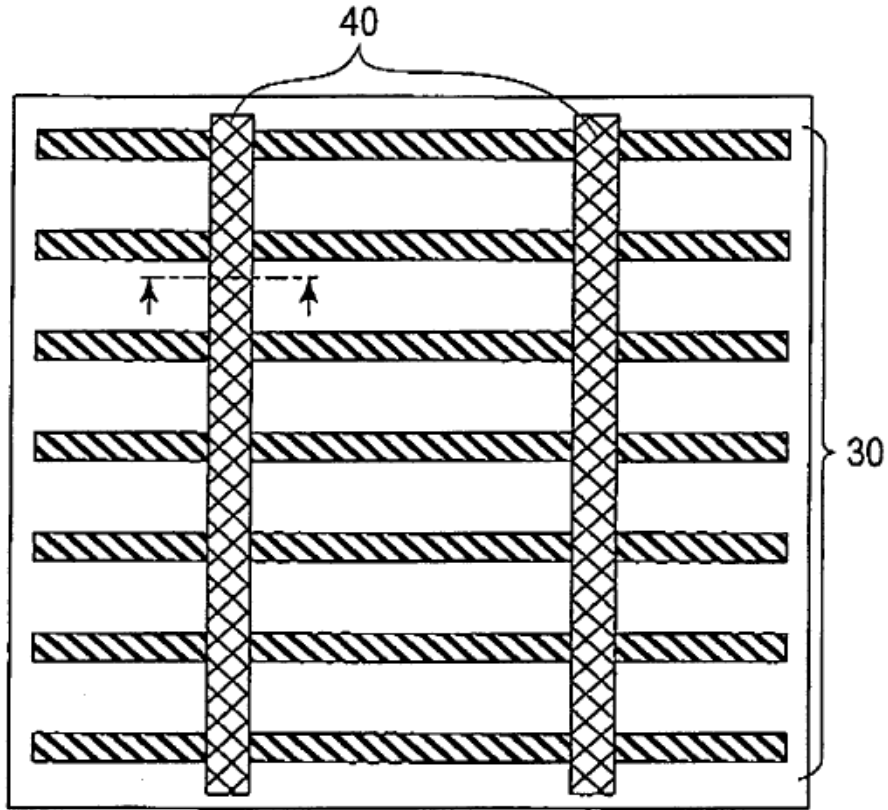


FIG. 17

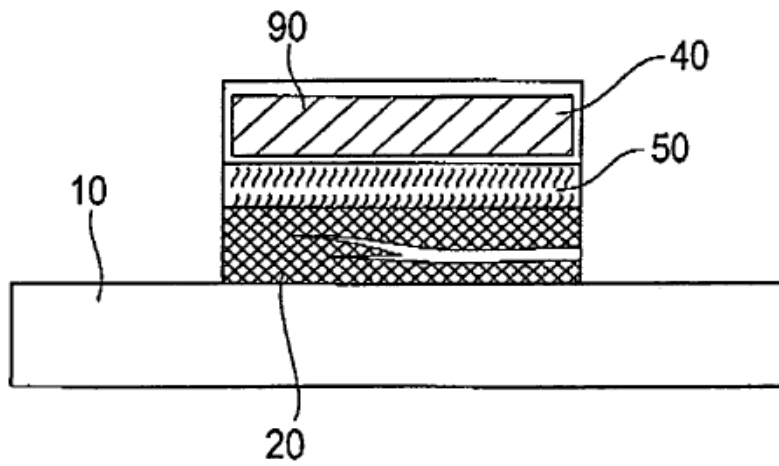


FIG. 18

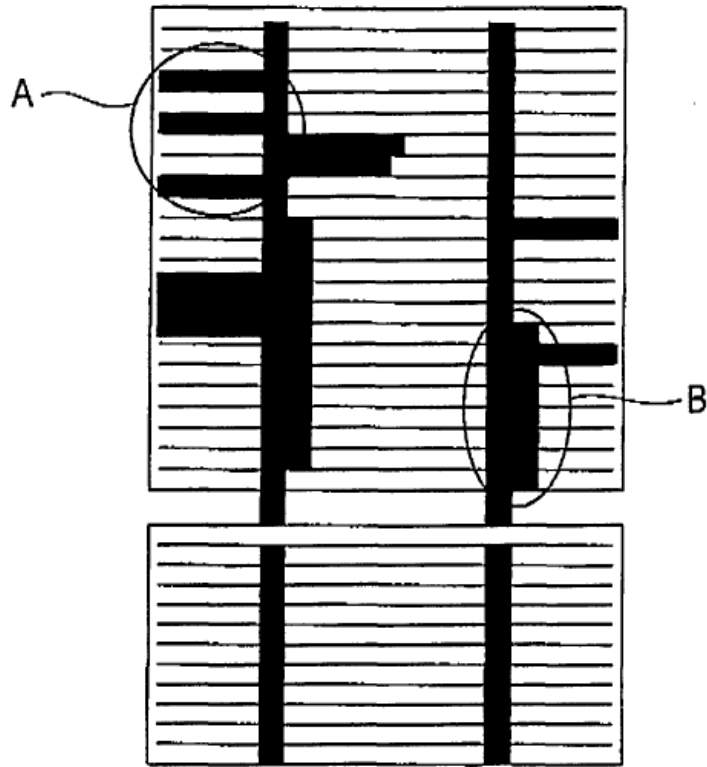


FIG. 19

