

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 580**

51 Int. Cl.:

**H01L 31/04** (2006.01)

**H01B 1/16** (2006.01)

**C03C 3/064** (2006.01)

**C03C 8/18** (2006.01)

**H01L 31/0224** (2006.01)

**H05K 1/09** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.08.2008 PCT/JP2008/064705**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2009 WO09041182**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2008 E 08834130 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2200091**

54 Título: **Pasta de electrodo de Ag, celda de batería solar, y proceso para producir la celda de batería solar**

30 Prioridad:

**27.09.2007 JP 2007251609**

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

**07.06.2017**

73 Titular/es:

**SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (100.0%)  
6-1, Otemachi 2-chome, Chiyoda-ku  
Tokyo 100-0004, JP**

72 Inventor/es:

**KAWAGUCHI, YOSHIHIRO**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 615 580 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**

Pasta de electrodo de Ag, celda de batería solar, y proceso para producir la celda de batería solar

**Campo técnico**

5 La invención de la presente solicitud se refiere a una pasta de electrodo de Ag, una celda de batería solar que tiene un electrodo lateral con superficie de recepción de luz formado con la misma, y un método para preparar una celda de batería solar que incluye la etapa de formar un electrodo lateral con superficie de recepción de luz con la pasta de electrodo de Ag.

**Antecedentes de la técnica**

10 Se desvela un método para preparar una celda de batería solar, en la que se forma una unión PN en un sustrato semiconductor, a partir de ese momento se forma un electrodo de dedo en forma de peine y un electrodo de barra colectora conectado al electrodo de dedo sobre al menos una superficie principal del sustrato semiconductor y el electrodo de barra colectora que tiene una estructura de dos capas se forma imprimiendo dos veces una pasta conductora seguido por cocción, como un método convencional para preparar una celda de batería solar (véase las Figs. 1 a 4 del Documento de Patente 1).

15 De acuerdo con este método para preparar una celda de batería solar, la eficacia de conversión de una celda de batería solar mejora asegurando el contacto óhmico entre un electrodo de Ag y un sustrato de Si a través del electrodo de la barra colectora en la primera capa de los electrodos de la barra colectora (en el ejemplo, el electrodo de Ag) apilados en dos capas sobre una superficie de la celda de batería solar y mediante la reducción de una resistencia en línea del electrodo en el electrodo de la barra colectora en la segunda capa.

20 Además, con respecto a la pasta de electrodo de Ag/Al para una celda de batería solar de silicio cristalino, se ha propuesto una pasta de electrodo que incluye fritas de vidrio sin plomo formadas como sigue a continuación (Documento de Patente 2):

de un 0,5 a un 35 % en peso de SiO<sub>2</sub>;

de un 0 a un 5 % en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;

25 de un 1 a un 15 % en peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;

de un 0 a un 15 % en peso de ZnO; y

de un 55 a un 90 % en peso de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

30 En el caso de una celda de batería solar que tiene un electrodo de barra colectora de dos capas (un electrodo lateral con superficie de recepción de luz) implementada mediante electrodos de Ag al igual que en el Documento de Patente 1 mencionado anteriormente, las fritas de vidrio contenidas en la pasta de electrodo de Ag para formar el electrodo de la barra colectora superior fluyen a la superficie del electrodo de la barra colectora en el lado de la capa superior durante la cocción del electrodo, lo que puede conducir a una reducción de la capacidad de soldadura, por ejemplo, en la soldadura de un plomo o similar al electrodo de la barra colectora en el lado de la capa superior.

35 Por otro lado, si las fritas de vidrio contenidas en la pasta de electrodo de Ag para formar el electrodo de la barra colectora en el lado de la capa superior fluyen excesivamente al electrodo de la barra colectora en el lado de la capa inferior, el contacto óhmico entre el electrodo de la barra colectora en el lado de la capa inferior sustrato de Si se obstaculiza y la eficacia de conversión de la celda de batería solar puede disminuir.

40 Además, si se completa el sinterizado del electrodo de la barra colectora en el lado de la capa superior antes de que un gas generado desde el electrodo de barra colectora (el electrodo de Ag) en el lado de la capa inferior (un gas de descomposición, un gas de combustión o similares de un aglutinante) durante la cocción de la pasta de electrodo de Ag escape completamente, el gas descrito anteriormente produce burbujas de forma no ventajosa.

45 La pasta de electrodo en el Documento de Patente 2 se refiere a un electrodo de Ag/Al, y el presente documento no proporciona información útil para las fritas de vidrio sin plomo usadas para la pasta de electrodo de Ag que se va a usar en la presente solicitud. En particular, el presente documento no sugiere realmente un método para obtener una celda de batería solar que tenga mejores características para formar un electrodo de Ag como un electrodo lateral con superficie de recepción de luz de la celda de batería solar.

El Documento de Patente 3 desvela una pasta eléctricamente conductora para un electrodo de superficie receptora de luz de una celda solar. La pasta comprende Ag en polvo, un vehículo orgánico y una frita de vidrio sin plomo. La frita de vidrio comprende SiO<sub>2</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (< 20 % en moles), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (< 15 % en moles), TiO<sub>2</sub> (< 10 % en moles) y CuO (< 15 % en moles) con una proporción de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> de 0,3 o inferior sobre una base molar.

5 Documento de Patente 1: Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública N.º 2006-339342

Documento de Patente 2: Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública N.º 2006-313744

Documento de Patente 3: Solicitud de Patente Internacional WO 2007/102287 A1

### Divulgación de la invención

#### Problemas a resolver por la invención

10 La invención de la presente solicitud se preparó en vista de las circunstancias mencionadas anteriormente, y por lo tanto un objeto de la misma es proporcionar una pasta de electrodo de Ag para formar un electrodo lateral con superficie de recepción de luz, con la que se puede obtener una celda de batería solar con una resistencia en línea baja de electrodo lateral con superficie de recepción de luz y conseguir una eficacia de conversión elevada, una celda de batería solar con buenas características preparada a partir de la misma, y un método para preparar la misma, y además proporcionar una pasta de electrodo de Ag, con la que se puede reducir la resistencia en línea del electrodo lateral con superficie de recepción de luz aunque el electrodo lateral con superficie de recepción de luz tenga una estructura de dos capas y se puede obtener una celda de batería solar que consiga una eficacia de conversión elevada sin aumentar una resistencia de la superficie de contacto entre un electrodo de Ag (un primer electrodo) en un lado de la capa inferior y un sustrato semiconductor, con una celda de batería solar que tiene buenas características preparada a partir de la misma, y un método para preparar la misma.

#### Medios para resolver los problemas

25 Para resolver el problema mencionado anteriormente, la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la invención de la presente solicitud (reivindicación 1) es la pasta de electrodo de Ag usada para formar un electrodo lateral con superficie de recepción de luz de una celda de batería solar que incluye un sustrato semiconductor, el electrodo lateral con superficie de recepción de luz colocados sobre una superficie principal que funciona como una superficie receptora de luz con respecto a un par de superficies principales del sustrato semiconductor enfrentadas entre sí, y un electrodo de soporte colocado sobre la otra superficie principal, y la pasta de electrodo de Ag contiene:

(a) partículas de Ag;

(b) un vehículo orgánico; y

30 (c) fritas de vidrio sin plomo que contienen de un 13 a un 17 % en peso de SiO<sub>2</sub>, de un 0 a un 6 % en peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

de un 65 a un 75 % en peso de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 1 a un 5 % en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 1 a un 3 % en peso de TiO<sub>2</sub>, y de un 0,5 a un 2 % en peso de CuO, en la que, cuando el electrodo lateral con superficie de recepción de luz incluye un primer electrodo obtenido por cocción de la primera pasta de electrodo de Ag y un segundo electrodo obtenido por cocción de la segunda pasta de electrodo de Ag formado sobre el primer electrodo, la pasta de electrodo de Ag se usa como la segunda pasta de electrodo de Ag.

40 De forma alternativa, una celda de batería solar de acuerdo con la presente invención (reivindicación 2) es una celda de batería solar que incluye un sustrato semiconductor, un electrodo lateral con superficie de recepción de luz colocado sobre una superficie principal que funciona como una superficie receptora de luz con respecto a un par de superficies principales del sustrato semiconductor enfrentadas entre sí, y un electrodo de soporte colocado sobre la otra superficie principal, el electrodo lateral con superficie de recepción de luz incluye un primer electrodo obtenido por cocción de la primera pasta de electrodo de Ag y un segundo electrodo obtenido por cocción de la segunda pasta de electrodo de Ag formado sobre el primer electrodo, y la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la reivindicación 1 se usa como la segunda pasta de electrodo de Ag.

45 Además, un método para preparar una celda de batería solar de acuerdo con la presente invención (reivindicación 3) es un método para preparar una celda de batería solar que incluye un sustrato semiconductor, un electrodo lateral con superficie de recepción de luz colocado sobre una superficie principal que funciona como una superficie receptora de luz con respecto a un par de superficies principales del sustrato semiconductor enfrentadas entre sí, y un electrodo de soporte colocado sobre la otra superficie principal y que tiene una estructura de modo que el electrodo lateral con superficie de recepción de luz incluye un primer electrodo obtenido por cocción de la primera

5 pasta de electrodo de Ag y un segundo electrodo obtenido por cocción de la segunda pasta de electrodo de Ag formado sobre el primer electrodo, y el método incluye las etapas de: formar un patrón de pasta de electrodo de Ag para el primer electrodo por aplicación de la primera pasta de electrodo de Ag en un patrón prescrito sobre el sustrato semiconductor; formar un patrón de pasta de electrodo de Ag para el segundo electrodo por aplicación de la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la reivindicación 1 en un patrón prescrito sobre el patrón de pasta de electrodo de Ag para el primer electrodo; y de forma simultánea fundir el patrón de pasta de electrodo de Ag para el primer electrodo y el patrón de pasta de electrodo de Ag para el segundo electrodo.

**Efectos de la invención**

10 La pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la invención de la presente solicitud (reivindicación 1) es la pasta de electrodo de Ag usada para formar un electrodo lateral con superficie de recepción de luz de una celda de batería solar, que contiene partículas de Ag, un vehículo orgánico, y fritas de vidrio sin plomo. Las fritas de vidrio sin plomo contienen de un 13 a un 17 % en peso de SiO<sub>2</sub>, de un 0 a un 6 % en peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 65 a un 75 % en peso de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 1 a un 5 % en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 1 a un 3 % en peso de TiO<sub>2</sub>, y de un 0,5 a un 2 % en peso de CuO.

15 Dado que las fritas de vidrio sin plomo contienen una cantidad apropiada de CuO, el inicio de la sinterización del electrodo se retrasa. Además, dado que las fritas de vidrio sin plomo contienen una cantidad apropiada de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y TiO<sub>2</sub> en el vidrio, la cristalización es menos probable y se asegura una capacidad de flujo moderada de modo que el vidrio fluye moderadamente a una superficie de contacto del sustrato semiconductor en la etapa de cocción. Por lo tanto, se puede evitar que el vidrio se sinterice en un estado de modo que el vidrio frontal permanece en la superficie del electrodo de Ag y se puede asegurar una buena capacidad de soldadura. Además, la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención que contiene las fritas de vidrio sin plomo consigue una resistencia baja de un objeto sintetizado formado por cocción, y puede formar un electrodo con una resistencia en línea baja como el electrodo lateral con superficie de recepción de luz de la celda de batería solar. Además, la sinterización no se completa antes de que un gas de descomposición de aglutinante o similar escape completamente, de modo que se puede evitar la aparición de burbujas.

25 Además, dado que el electrodo lateral con superficie de recepción de luz incluye el primer electrodo obtenido por cocción de la primera pasta de electrodo de Ag y el segundo electrodo obtenido por cocción de la segunda pasta de electrodo de Ag formado sobre el primer electrodo, cuando la pasta de electrodo de Ag se usa como la segunda pasta de electrodo de Ag, las fritas de vidrio sin plomo usadas para la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención no impiden el contacto óhmico entre el primer electrodo que es el electrodo en la primera capa y el sustrato semiconductor aunque fluya en el primer electrodo que es el electrodo en la primera capa en la etapa de cocción. De ese modo se puede asegurar un buen contacto óhmico entre el primer electrodo y el sustrato semiconductor y se puede obtener la celda de batería solar que consigue una eficacia de conversión elevada.

35 Por lo tanto, usando la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención, la pasta de electrodo de Ag para formar el segundo electrodo, se puede reducir una resistencia en línea del electrodo y una resistencia en la superficie de contacto entre el primer electrodo (el electrodo en la primera capa) y el sustrato semiconductor no aumenta. De ese modo se puede obtener la celda de batería solar que consigue una eficacia de conversión elevada. Además, se puede evitar la aparición de un defecto tal como burbujas causado por la sinterización del segundo electrodo antes del escape completo de un gas de descomposición, un gas de combustión o similares de un aglutinante para el primer electrodo.

40 De forma alternativa, en la celda de batería solar de acuerdo con la presente invención, en un ejemplo en el que el electrodo lateral con superficie de recepción de luz incluye el primer electrodo obtenido por cocción de la primera pasta de electrodo de Ag y el segundo electrodo obtenido por cocción de la segunda pasta de electrodo de Ag formado sobre el primer electrodo, la pasta de electrodo de Ag descrita anteriormente de acuerdo con la presente invención se usa como la segunda pasta de electrodo de Ag. De ese modo se puede proporcionar una celda de batería solar altamente fiable que tiene una resistencia en línea baja del electrodo y una resistencia de la superficie de contacto baja entre el primer electrodo (el electrodo en la primera capa) y el sustrato semiconductor, consiguiendo una eficacia de conversión elevada, y libre de un defecto tal como burbujas.

45 Además, en el método de preparación de una celda de batería solar de acuerdo con la presente invención (reivindicación 3), el patrón de pasta de electrodo de Ag para el primer electrodo se forma por aplicación de la primera pasta de electrodo de Ag en un patrón prescrito sobre el sustrato semiconductor, el patrón de pasta de electrodo de Ag para el segundo electrodo se forma por aplicación de la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la reivindicación 1 en un patrón prescrito sobre el patrón de pasta de electrodo de Ag para el primer electrodo, y a partir de ese momento el patrón de pasta de electrodo de Ag para el primer electrodo y el patrón de pasta de electrodo de Ag para el segundo electrodo se fusionan de forma simultánea. De ese modo se puede preparar una celda de batería solar altamente fiable que tiene una resistencia en línea baja del electrodo y una resistencia de la superficie de contacto baja entre el primer electrodo y el sustrato semiconductor, consiguiendo una eficacia de conversión elevada, y libre de un defecto tal como burbujas.

**Breve descripción de las figuras**

Fig. 1 es una vista plana de una celda de batería solar que tiene un electrodo lateral con superficie de recepción de luz formado con pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención.

Fig. 2 es una vista ampliada de una sección transversal de la celda de batería solar en la Fig. 1.

5 Fig. 3 es un diagrama que muestra una estructura de un sustrato semiconductor para evaluar una resistencia al contacto, fabricada en un ejemplo de la presente invención.

**Descripción de los signos de referencia**

- 1 sustrato semiconductor
- 2 capa de impurezas de tipo n
- 10 3 revestimiento anti-reflexión
- 10 electrodo lateral con superficie de recepción de luz
- 11 primer electrodo
- 12 segundo electrodo
- 20 electrodo de soporte
- 15 L distancia entre electrodos
- Z longitud del electrodo

**Mejores modos para realizar la invención**

[Pasta Electrodo de Ag de Acuerdo con la Presente Invención]

20 La pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención se prepara mezclando partículas de Ag, fritas de vidrio sin plomo, y un vehículo orgánico.

Las partículas de Ag (polvos de Ag) usadas en la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención no están limitadas en particular, y se pueden usar partículas de Ag que tengan diversas propiedades tales como polvos similares a escamas, polvos esféricos, polvos con una forma irregular, o mezclas de los mismos.

25 La partícula de Ag tiene un tamaño medio de partícula (D50) preferentemente no superior a 20 µm y de forma particularmente preferente en un intervalo de 0,1 a 10 µm.

Cuando la partícula de Ag tiene un tamaño medio de partícula que supera los 20 µm, la capacidad de impresión de la pasta de electrodo de Ag se empobrece, lo que no es preferente.

30 Se observa que se pueden usar diversas partículas de Ag, por ejemplo, partículas de Ag que tengan diversas propiedades tales como polvos similares a escamas, polvos esféricos, polvos con una forma irregular, o partículas de Ag con un tamaño de partícula diferente dentro del intervalo mencionado anteriormente, solas o en combinación con dos o más de las mismas.

35 Una proporción de partículas de Ag mezcladas está preferentemente en un intervalo de un 70 a un 92 % en peso con respecto a toda la pasta de electrodo de Ag en un estado de pasta antes de la cocción. Cuando la proporción de partículas de Ag es inferior a un 70 % en peso, una proporción de un componente conductor es excesivamente baja y la densidad de la cocción del electrodo se reduce. Cuando la proporción de partículas de Ag supera un 92 % en peso, la viscosidad es significativamente elevada y la capacidad de impresión o facilidad de una operación de aplicación se empobrece.

40 Un vehículo orgánico (por ejemplo, un vehículo obtenido por disolución de una resina aglutinante en un disolvente) usado para la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención no está limitado en particular, y se pueden usar diversos materiales que se pueden descomponer por vía térmica que se han usado convencionalmente como una composición de resina de tipo cocción. Los ejemplos de los mismos incluyen derivados celulósicos tales como metilcelulosa, etil celulosa y carboximetil celulosa, alcoholes polivinílicos, polivinil pirrolidonas, resinas acrílicas, copolímeros de acetato de vinilo-éster acrílico, derivados de resina de butiral tales como polivinil butiral, resinas alquídicas tales como resina alquídica modificada con fenol y resina alquídica modificada con ácido graso de 45 aceite de ricino. Estas resinas se pueden usar solas o en combinación de dos o más tipos.

50 Como el disolvente para el vehículo orgánico (la resina aglutinante) mencionado anteriormente normalmente se pueden usar diversos disolventes capaces de disolver la resina aglutinante mencionada anteriormente. En la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención, un vehículo orgánico obtenido por disolución de una resina aglutinante con anterioridad en un disolvente se usa preferentemente en una manera mezclada con partículas de Ag y fritas de vidrio sin plomo.

Los ejemplos del disolvente incluyen dioxano, hexano, tolueno, etil cellosolve, ciclohexanona, butil cellosolve, acetato de butil cellosolve, acetato de butil carbitol, dietilen glicol dietil éter, alcohol de diacetona, terpineol, y alcohol bencílico.

5 En la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención, se mezcla de un 13 a un 17 % en peso de polvos de SiO<sub>2</sub>, de un 0 a un 6 % en peso de polvos de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 65 a un 75 % en peso de polvos de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 1 a un 5 % en peso de polvos de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 1 a un 3 % en peso de polvos de TiO<sub>2</sub>, y de un 0,5 a un 2 % en peso de polvos de CuO para su uso como las fritas de vidrio sin plomo.

En la presente invención, las propiedades de las fritas de vidrio sin plomo no están limitadas en particular, y se pueden usar fritas que tengan diversas propiedades tales como forma esférica o forma de polvo triturado.

10 Se indica que la frita de vidrio sin plomo tiene preferentemente un tamaño de partícula medio (D50) en un intervalo de 0,1 a 5 µm.

15 Además, una proporción de fritas de vidrio sin plomo mezcladas está preferentemente en un intervalo de 0,1 a 10 partes en peso con respecto a 100 partes en peso de partículas de Ag que son polvos conductores. Además, desde el punto de vista de evitar el desprendimiento de un electrodo tenido por cocción de la pasta de electrodo de Ag en la superficie de contacto y frotamiento del vidrio o soldadura incompleta, es particularmente preferente que una proporción de fritas de vidrio sin plomo mezcladas estén un intervalo de 1 a 5 partes en peso con respecto a 100 partes en peso de partículas de Ag.

20 Cada componente en las fritas de vidrio sin plomo está limitado como se ha descrito anteriormente por las siguientes razones. La proporción de SiO<sub>2</sub> se establece en un intervalo que varía de un 13 a un 17 % en peso. Cuando la proporción de SiO<sub>2</sub> es inferior a un 13 % en peso, la durabilidad química del vidrio se reduce y la resistencia a la humedad del electrodo de Ag también se deteriora. Cuando la proporción de SiO<sub>2</sub> supera un 17 % en peso, un punto de reblandecimiento del vidrio llega a ser excesivamente elevado, el vidrio probablemente flote en la superficie del electrodo de Ag, y la capacidad de soldadura se deteriora de forma significativa.

25 La proporción de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se establece en un intervalo de un 0 a un 6 % en peso. Cuando la proporción de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> supera un 6 % en peso, un punto de reblandecimiento del vidrio se reduce y la humectabilidad del vidrio con respecto a la Ag se hace excesivamente elevada. A continuación, el vidrio tiende a fluir en el primer electrodo que es el electrodo en la primera capa y el contacto eléctrico entre el primer electrodo y el sustrato semiconductor se ve obstaculizado.

Cuando hay contenido de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, la estabilidad como vidrio aumenta, sin embargo, no se requiere necesariamente que haya B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención.

30 La proporción de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se establece en un intervalo de un 65 a un 75 % en peso. Cuando la proporción de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es inferior a un 65 % en peso, un punto de reblandecimiento del vidrio se hace más elevado, el vidrio tiende a permanecer en la superficie del electrodo de Ag en un estado flotante, y la capacidad de soldadura se deteriora de forma significativa. Cuando la proporción de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> supera un 75 % en peso, un punto de reblandecimiento del vidrio se reduce, una cantidad de flujo a la superficie de contacto entre el primer electrodo en la primera capa y el sustrato semiconductor aumenta, y el contacto eléctrico entre el electrodo de Ag y el sustrato semiconductor se ve obstaculizado.

35 La proporción de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se establece en un intervalo de un 1 a un 5 % en peso. Cuando la proporción de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es inferior a un 1 % en peso, la cristalización del vidrio es probable lo que da como resultado vidrio sin capacidad de flujo, y la capacidad de soldadura del segundo electrodo en la segunda capa se reduce. Cuando la proporción de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> supera un 5 % en peso, una temperatura del punto de reblandecimiento aumenta, y también en este caso, la capacidad de soldadura del segundo electrodo en el lado de la capa superior se reduce.

40 La proporción de TiO<sub>2</sub> se establece en un intervalo de un 1 a un 3 % en peso. Cuando la proporción de TiO<sub>2</sub> es inferior a un 1 % en peso, la estabilidad del vidrio disminuye. Cuando la proporción de TiO<sub>2</sub> supera un 3 % en peso, la cristalización del vidrio es probable y la capacidad de flujo y estabilidad del vidrio se reducen. Es decir, al establecer la proporción de TiO<sub>2</sub> de un 1 a un 3 % en peso, se puede asegurar la fluidez del vidrio y la estabilidad del vidrio en un intervalo de temperatura elevada.

45 El CuO tiene una función para aumentar la absorción de calor por el propio vidrio y conseguir un calentamiento eficaz durante el calentamiento en un horno en el infrarrojo cercano. Cuando la absorción de calor por el propio vidrio es elevada, las fritas de vidrio con forma irregular una vez se hacen esféricas y la humectabilidad con respecto a los polvos de Ag se reduce. Por lo tanto una temperatura a la que comienza la sinterización del electrodo de Ag se puede mover a un lado de alta temperatura. En consecuencia, se puede evitar la aparición de burbujas o similar causada por la terminación de la sinterización del segundo electrodo en la segunda capa antes de un gas de descomposición o similar de un aglutinante generado en el primer electrodo en la primera capa escape

completamente.

5 La proporción de CuO se establece en un intervalo de un 0,5 a un 2 % en peso. Cuando la proporción de CuO es inferior a un 0,5 % en peso, la eficacia de la absorción de calor del propio vidrio no llega a ser demasiado elevada. Cuando la proporción de CuO supera un 2 % en peso, la cristalización del vidrio es probable, la fluidez del vidrio se reduce, y la capacidad de soldadura tiende a deteriorarse.

La pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención se puede preparar, por ejemplo, mezclando suficientemente las partículas de Ag, el vehículo orgánico y las fritas de vidrio sin plomo que se han descrito anteriormente y a partir de ese momento realizar adicionalmente un proceso de amasado y mezcla usando un molino de triple rodillo seguido por reducción de la presión y desgasificación.

10 [Celda de Batería Solar de Acuerdo con la Presente Invención]

La Fig. 1 es una vista plana de una celda de batería solar que tiene un electrodo lateral con superficie de recepción de luz formado con pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención, y la Fig. 2 es una vista ampliada de una sección transversal.

15 En esta celda de batería solar, un sustrato (un sustrato semiconductor de Si) que tiene una capa 2 de impurezas de tipo n a una profundidad de aproximadamente 0,3 a 0,5  $\mu\text{m}$  formada por difusión de fósforo sobre un lado de superficie principal de un sustrato semiconductor de Si de tipo p que tiene un grosor de aproximadamente 500  $\mu\text{m}$  se usa como un sustrato semiconductor 1.

20 Además, un revestimiento anti-reflexión 3 se forma sobre una superficie de sustrato semiconductor 1 (una superficie en la que se forma la capa de impurezas de tipo n 2) que funciona como una superficie receptora de luz. Se observa que una película preparada con un material tal como SiNx, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, o similar normalmente se usa como revestimiento anti-reflexión 3.

Sobre la superficie del sustrato semiconductor 1 en la que se forma el revestimiento anti-reflexión 3 (una superficie principal), se forma un electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 para extraer un potencial negativo (menos) de la capa de impurezas de tipo n 2.

25 El electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 incluye un primer electrodo 11 que es un electrodo sobre el lado de la capa inferior formado por aplicación y cocción de la pasta de electrodo de Ag y un segundo electrodo 12 que es un electrodo sobre el lado de la capa superior formado por aplicación y cocción de la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención. El primer electrodo 11 se forma para alcanzar la capa de impurezas de tipo n 2 a través del revestimiento anti-reflexión 3.

30 El primer electrodo 11 en el lado de la capa inferior que forma el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 tiene como objetivo principalmente asegurar el contacto óhmico con el sustrato semiconductor 1, es decir, asegurar el contacto eléctrico entre el segundo electrodo sobre el lado de la capa superior que forma el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 y el sustrato semiconductor 1.

35 Además, el segundo electrodo 12 sobre el lado de la capa superior que forma el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 tiene como objetivo principalmente reducir una resistencia en línea del electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10.

Sobre la superficie opuesta a una superficie del sustrato semiconductor 1 (la otra superficie principal), se forma un electrodo de soporte 20 para extraer un potencial positivo (más) desde el otro lado de la superficie principal del sustrato semiconductor 1.

40 El electrodo de soporte 20 se forma por aplicación y cocción de la pasta de electrodo de Al que contiene polvos de Al como componentes conductores. Se observa que un electrodo formado por Al y Ag, la parte del cual se aplica como un electrodo de Ag, también se puede usar como electrodo de soporte 20.

45 El primer electrodo 11 que forma el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 se forma con la primera pasta de electrodo de Ag que contiene partículas de Ag, fritas de vidrio sin plomo formadas como sigue a continuación, y un vehículo orgánico.

< Composición de Fritas de Vidrio Sin Plomo Contenidas en la Primera Pasta de Electrodo de Ag >

21,2 % en peso de SiO<sub>2</sub>  
54,7 % en peso de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

18,0 % en peso de BaO  
6,1 % en peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

5 Esta primera pasta de electrodo de Ag también se puede preparar, por ejemplo, mezclando suficientemente las partículas de Ag, el vehículo orgánico, las fritas de vidrio sin plomo mencionados anteriormente, y un óxido tal como ZnO, TiO<sub>2</sub> o ZrO<sub>2</sub> con una función para retirar el revestimiento anti-reflexión y a partir de ese momento realizando adicionalmente un proceso de amasado y mezcla usando un molino de triple rodillo seguido por reducción de la presión y desgasificación.

10 Se observa que la pasta que contiene de un 75 a un 85 % en peso de partículas de Ag, de un 10 a un 15 % en peso de vehículo orgánico, de un 1 a un 4 % en peso de fritas de vidrio sin plomo mencionados anteriormente, de un 2 a un 6 % en peso de óxido tal como ZnO, TiO<sub>2</sub> o ZrO<sub>2</sub> mencionado anteriormente se puede usar como la primera pasta de electrodo de Ag en el presente ejemplo.

15 El segundo electrodo 12 que forma el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 se forma con la segunda pasta de electrodo de Ag que contiene las partículas de Ag, las fritas de vidrio sin plomo y el vehículo orgánico, y la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la presente invención preparada como se ha descrito anteriormente se usa como esta segunda pasta de electrodo de Ag.

20 El electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 se forma por impresión de la primera pasta de electrodo de Ag y la segunda pasta de electrodo de Ag descritas anteriormente en un patrón prescrito con un método de impresión en pantalla y a partir de ese momento cocinando de forma simultánea las pastas en un horno. La primera y la segunda pastas de electrodo de Ag se imprimen directamente sobre el revestimiento anti-reflexión 3 y a continuación se cuecen. En el presente documento, el primer electrodo 11 en el lado de la capa inferior retira el revestimiento anti-reflexión 3 y el contacto entre el primer electrodo 11 y se garantiza la (capa de impurezas de tipo n 2 de) sustrato semiconductor 1.

25 Por otro lado, dado que el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 se suelda durante el montaje de un módulo, se requiere que el segundo electrodo 12 sobre el lado de la capa superior que forma el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 tenga una buena capacidad de soldadura. Además, dado que el vidrio contenido en el segundo electrodo 12 puede fluir hacia el primer electrodo 11 durante la cocción, no es necesario impedir el contacto entre el primer electrodo 11 y (capa de impurezas de tipo n 2 de) el sustrato semiconductor. En el presente documento, al formar el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 con la primera y segunda pastas de electrodo de Ag descritas anteriormente, se puede preparar de forma eficaz una celda de batería solar altamente fiable que incluye el primer y segundo electrodos capaz de satisfacer las demandas mencionadas anteriormente.

35 Es decir, dado que las fritas de vidrio sin plomo contenidas en la segunda pasta de electrodo de Ag descrita anteriormente contienen una cantidad apropiada de CuO, el inicio de la sinterización del electrodo se retrasa de forma eficaz. Además, en el vidrio está contenida una cantidad apropiada de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y TiO<sub>2</sub>, la cristalización es menos probable y se asegura una capacidad de flujo moderada. Por lo tanto el vidrio fluye moderadamente hacia el lado del primer electrodo o el lado de la superficie de contacto entre el primer electrodo y el sustrato semiconductor durante la cocción. En consecuencia, es menos probable que el vidrio flote en la superficie del segundo electrodo y se puede obtener una buena capacidad de soldadura. Además, la aparición de burbujas debido a la sinterización del segundo electrodo antes de un gas de descomposición de aglutinante o similar escapa completamente del primer electrodo se puede evitar.

40 Además, las fritas de vidrio sin plomo contenidas en la segunda pasta de electrodo de Ag no impiden el contacto óhmico entre el electrodo de Ag en la primera capa y el sustrato semiconductor aunque fluyan en el electrodo de Ag en la primera capa. Por lo tanto, la eficacia de conversión de una celda de batería solar de silicio cristalino no disminuye o tampoco se produce la aparición de burbujas o similares.

45 De ese modo, usando la pasta de electrodo de acuerdo con la presente invención, la pasta de electrodo de Ag para la segunda capa, se puede reducir una resistencia en línea del electrodo y aumentar en una resistencia en la superficie de contacto entre el primer electrodo in en la primera capa y el sustrato semiconductor se puede evitar. En consecuencia, se puede obtener una celda de batería solar que consigue una eficacia de conversión elevada.

### Ejemplo 1

50 A continuación se muestra un ejemplo de la invención de la presente solicitud para describir las características de la invención de la presente solicitud con mayor detalle.

#### < Preparación de Pasta de Electrodo de Ag >

La segunda pasta de electrodo de Ag para formar el segundo electrodo se preparó mezclando 100 partes en peso



5 de partículas de Ag, 2,5 partes en peso de fritas de vidrio sin plomo como se muestra en la Tabla 1, 20 partes en peso de vehículo orgánico obtenido por disolución de etil celulosa en terpineol, mezclando suficientemente estos componentes, y a partir de ese momento realizando adicionalmente un proceso de amasado y mezcla usando un molino de triple rodillo seguido por reducción de la presión y desgasificación. Se indica que las fritas de vidrio sin plomo etiquetadas como números de muestra 1 a 9 en la Tabla 1 son fritas de vidrio sin plomo que satisfacen los requisitos de la presente invención, y los números de muestra 10 a 18 indican fritas de vidrio sin plomo en los Ejemplo Comparativos que no satisfacen los requisitos de la presente invención.

Tabla I

Muestra N.º	Composición de la Frita de Vidrio Sin Plomo (% en Peso)							Característica de Electrodo Lateral con Superficie de Recepción de Luz			
	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CuO	Total	Capacidad de Soldadura	Resistencia al Contacto	Burbuja	
1 (Ejemplo 1)	15,4	4,9	73,6	3,2	2,0	0,9	100,0	0	0	No	
2 (Ejemplo 2)	15,5	4,9	73,9	3,2	2,0	0,5	100,0	0	0	No	
3 (Ejemplo 3)	15,2	4,8	72,8	3,2	2,0	2,0	100,0	0	0	No	
4 (Ejemplo 4)	15,6	5,0	74,4	3,1	1,0	0,9	100,0	0	0	No	
5 (Ejemplo 5)	15,2	4,9	72,8	3,2	3,0	0,9	100,0	0	0	No	
6 (Ejemplo 6)	16,0	5,0	75,0	1,0	2,0	1,0	100,0	0	0	No	
7 (Ejemplo 7)	15,1	4,8	72,2	5,0	2,0	0,9	100,0	0	0	No	
8 (Ejemplo 8)	16,0	5,0	72,6	3,3	2,1	1,0	100,0	0	0	No	
9 (Ejemplo 9)	15,0	6,0	72,6	3,3	2,1	1,0	100,0	0	0	No	
10 (Ejemplo Comparativo 1)	15,5	5,0	74,3	3,2	2,0	0,0	100,0	0	0	Si	
11 (Ejemplo Comparativo 2)	15,1	4,8	72,0	3,1	2,0	3,0	100,0	X	0	No	
12 (Ejemplo Comparativo 3)	15,7	5,0	75,0	3,3	0,0	0,9	100,0	X	0	No	
13 (Ejemplo Comparativo 4)	15,1	4,8	72,0	3,1	4,0	1,0	100,0	X	0	No	
14 (Ejemplo Comparativo 5)	15,9	5,1	76,0	0,0	2,1	0,9	100,0	X	0	No	
15 (Ejemplo Comparativo 6)	15,0	4,8	71,4	6,0	1,9	0,9	100,0	X	0	No	
16 (Ejemplo Comparativo 7)	18,2	5,7	70,0	3,8	2,3	1,0	100,0	X	0	No	
17 (Ejemplo Comparativo 8)	15,0	7,4	71,0	3,4	2,2	1,0	100,0	0	X	No	
18 (Ejemplo Comparativo 9)	11,7	3,7	80,0	2,4	1,5	0,7	100,0	0	X	No	

La pasta de electrodo de Ag obtenida mediante la adición de un 2,5 % en peso de fritas de vidrio a base de bismuto-bario-borosilicato, un 5,0 % en peso de ZnO, y un 20 % en peso de vehículo orgánico obtenido por disolución de etil celulosa en terpineol hasta un 100 % en peso de polvos de Ag se usó como la primera pasta de electrodo de Ag para formar el primer electrodo 11 que forma el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10.

5 En este ejemplo, una celda de batería solar que incluye un electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 con una estructura de dos capas del primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 mostrados en las Figs. 1 y 2 se fabricó con la primera y segunda pastas de electrodo de Ag preparadas como se ha descrito anteriormente.

Se indica que como sustrato semiconductor 1 se usó un sustrato de silicio que incluía una película de SiN<sub>x</sub> como el revestimiento anti-reflexión.

10 Para formar el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10, el primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12 se formaron por impresión de la pasta de electrodo de Ag para formar el primer electrodo en un patrón prescrito, impresión de la pasta de electrodo de Ag para formar el segundo electrodo sobre el mismo en un patrón prescrito, y a partir de ese momento cocinando las pastas a 750 °C, de modo que se formó el electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 con una estructura de dos capas del primer electrodo 11 y el segundo electrodo 12.

15 Se evaluó la capacidad de soldadura, una resistencia al contacto con el sustrato semiconductor 1, y se examinó si se producían burbujas o no para el de electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 de la celda de batería solar fabricada como se ha descrito anteriormente y las características se evalúan. La Tabla 1 muestra el conjunto de los resultados.

20 Se indica que una muestra (una celda de batería solar) etiquetada con cada número de muestra en la Tabla 1 es una muestra con la que se formó el segundo electrodo 12 del electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10 con la segunda pasta de electrodo de Ag en la que se mezclaron las fritas de vidrio sin plomo etiquetados con un número de muestra correspondiente en la Tabla 1, las muestras (celdas de batería solar) etiquetada son los números de muestra 1 a 9 son celdas de batería solar que satisfacen los requisitos de la presente invención, y las muestras etiquetadas con los números de muestra 10 a 18 son celdas de batería solar en los Ejemplos Comparativos que no satisfacen los requisitos de la presente invención.

30 Al evaluar la capacidad de soldadura, una muestra etiquetada con cada número de muestra se sumergió en un baño de soldadura ajustado a 220 °C durante 2 segundos, y a partir de ese momento se observó visualmente una superficie sumergida en la soldadura. Una muestra, con un 70 % o más de cuyo área mojado con soldadura, se evaluó como ○ (aprobado), y una muestra, con menos de un 70 % de cuyo área mojado, se evaluó como X (fracaso).

35 Además, al evaluar una resistencia al contacto con el sustrato semiconductor 1, inicialmente, un sustrato semiconductor para evaluar una resistencia al contacto que tiene un electrodo lateral con superficie de recepción de luz formado por impresión y cocción de pasta de electrodo de Ag para formar el primer electrodo y pasta de electrodo de Ag para formar el segundo electrodo sobre el sustrato semiconductor a través de las etapas similares a las de una muestra etiquetada con cada número de muestra se preparó por separado a partir de cada muestra.

La Fig. 3 es un diagrama que muestra una estructura de esta muestra (sustrato semiconductor) para evaluar una resistencia al contacto, y tiene una estructura de modo que una pluralidad de electrodos laterales con superficie de recepción de luz 10 se colocan en intervalos prescritos (una distancia L entre electrodos) como se muestra en la Fig. 3 sobre la superficie del sustrato (sustrato semiconductor) 1.

40 A partir de ese momento, un valor de resistencia al contacto se midió con un método de TLM. De forma específica, dado que la relación que se muestra en la Ecuación (1) que sigue a continuación se mantiene entre la distancia L entre electrodos y el valor de resistencia medido R, la relación entre la distancia L entre electrodos y el valor de resistencia medido R se evalúa en diversas condiciones y una resistencia al contacto R<sub>c</sub> se evaluó extrapolando L con respecto a 0.

$$R = (L/Z) \times R_{SH} + 2R_c \quad \dots (1)$$

45 (En el presente documento, R representa un valor de resistencia medido, L representa una distancia entre electrodos, R<sub>SH</sub> representa una resistencia de lámina de Si de tipo n, Z representa una longitud de una porción de electrodos laterales con superficie de recepción de luz adyacentes enfrentados entre sí (una longitud del electrodo), y R<sub>c</sub> representa una resistencia al contacto).

Como resultado de la evaluación anterior, una muestra con una resistencia al contacto  $R_c$  no superior a  $3 \Omega$  se evaluó como  $\bigcirc$  (aprobado), y una muestra con una resistencia al contacto que supera  $3 \Omega$  se evaluó como X (fracaso).

5 Al evaluar si se producen burbujas o no, una muestra etiquetada con cada número de muestra se observó con un microscopio óptico para comprobar si se producían burbujas o no en la superficie del electrodo lateral con superficie de recepción de luz 10. Una muestra en la que no se producían burbujas se evaluó como  $\bigcirc$  (aprobado), y una muestra en la que se producían burbujas se evaluó como X (fracaso).

10 Como se muestra en la Tabla 1, se confirmó que, en el caso de las muestras etiquetadas con los números de muestra 1 a 9 (es decir, las celdas de batería solar en los Ejemplos 1 a 9 incluidos en el alcance técnico de la presente invención), la segunda pasta de electrodo de Ag, en la que se mezclaron las fritas de vidrio sin plomo etiquetados con los números de muestra 1 a 9, se usó para formar el segundo electrodo que forma el electrodo lateral con superficie de recepción de luz, y la capacidad de soldadura era buena, la resistencia al contacto era baja, y no se observó la aparición de burbujas.

15 Por el contrario, en el caso de la muestra etiquetada con el número de muestra 10 (Ejemplo Comparativo 1) incluyendo las fritas de vidrio sin plomo que no contienen  $\text{CuO}$ , la aparición de burbujas se observó en el electrodo lateral con superficie de recepción de luz.

20 Además, se confirmó que, en el caso de la muestra etiquetada con el número de muestra 11 (Ejemplo Comparativo 2) incluyendo las fritas de vidrio que contienen un 3 % en peso de  $\text{CuO}$ , que está fuera del intervalo de la presente invención (de un 0,5 a un 2 % en peso), la capacidad de soldadura del electrodo lateral con superficie de recepción de luz era escasa.

25 Además, se confirmó que, en el caso de las muestras etiquetadas con los números de muestra 12 a 15 (Ejemplos Comparativos 3 a 6) incluyendo las fritas de vidrio sin plomo en las que cualquiera de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{TiO}_2$  que forman las fritas de vidrio sin plomo está fuera del intervalo de la presente invención, la cristalización del vidrio era similar en cada caso, el vidrio permanecía en la superficie del segundo electrodo, y la capacidad de soldadura disminuyó. En el caso de la muestra etiquetada con el número de muestra 14 (Ejemplo Comparativo 5), el  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  también estaba fuera del intervalo de la presente invención.

30 Además, se confirmó que, en el caso de la muestra etiquetada con el número de muestra 16 (Ejemplo Comparativo 7) incluyendo las fritas de vidrio sin plomo cuyo contenido de  $\text{SiO}_2$  estaba fuera del intervalo de la presente invención, un punto de reblandecimiento del vidrio era elevado, el vidrio permanecía en la superficie del segundo electrodo, y la capacidad de soldadura disminuyó.

35 Además, se confirmó que, en el caso de la muestra etiquetada con el número de muestra 17 (Ejemplo Comparativo 8) incluyendo las fritas de vidrio sin plomo cuyo contenido de  $\text{B}_2\text{O}_3$  estaba fuera del intervalo de la presente invención y el caso de la muestra etiquetada con el número de muestra 18 (Ejemplo Comparativo 9) incluyendo las fritas de vidrio sin plomo cuyo contenido de  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  estaba fuera del intervalo de la presente invención, un punto de reblandecimiento del vidrio era bajo, el vidrio fluía a la superficie de contacto entre el primer electrodo en la primera capa y el sustrato semiconductor, y la resistencia al contacto era elevada. En el caso de la muestra etiquetada con el número de muestra 18 (Ejemplo Comparativo 9), el  $\text{SiO}_2$  también estaba fuera del intervalo de la presente invención.

40 Basándose en los resultados mencionados anteriormente se confirmó que una celda de batería solar altamente fiable que incluye un electrodo lateral con superficie de recepción de luz que tiene una buena capacidad de soldadura, consiguiendo una resistencia al contacto baja, y sin aparición de burbujas se puede preparar de forma eficaz con el uso de la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la invención de la presente solicitud.

45 La presente invención no se limita a los ejemplos mencionados anteriormente, y es susceptible de diversas aplicaciones y modificaciones dentro del alcance de la invención en relación con materiales o configuraciones de un sustrato semiconductor de forma una celda de batería solar, condiciones para cocción de la pasta de electrodo de Ag, composiciones de las fritas de vidrio sin plomo, y similares.

### Aplicabilidad industrial

50 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la invención de la presente solicitud, una celda de batería solar altamente fiable que incluye un electrodo lateral con superficie de recepción de luz que tiene una buena capacidad de soldadura, consiguiendo una resistencia al contacto baja, y sin aparición de burbujas se puede preparar de forma eficaz.

Por lo tanto, la invención de la presente solicitud se puede aplicar ampliamente a un campo técnico con respecto a

una celda de batería solar preparada a través de un proceso para formar un electrodo lateral con superficie de recepción de luz con un método de aplicación y cocción de una pasta conductora.

**REIVINDICACIONES**

5 1. Pasta de electrodo de Ag usada para formar un electrodo lateral con superficie de recepción de luz de una celda de batería solar, con la celda de batería solar incluyendo un sustrato semiconductor, el electrodo lateral con superficie de recepción de luz colocado en una superficie principal que funciona como una superficie receptora de luz con respecto a un par de superficies principales de dicho sustrato semiconductor enfrentadas entre sí, y un electrodo de soporte colocado sobre la otra superficie principal, que comprende:

- 10 (a) partículas de Ag;  
 (b) un vehículo orgánico; y  
 (c) fritas de vidrio sin plomo que contienen de un 13 a un 17 % en peso de SiO<sub>2</sub>, de un 0 a un 6 % en peso de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 65 a un 75 % en peso de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 1 a un 5 % en peso de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de un 1 a un 3 % en peso de TiO<sub>2</sub>, y de un 0,5 a un 2 % en peso de CuO, en la que

15 cuando dicho electrodo lateral con superficie de recepción de luz incluye un primer electrodo obtenido por cocción de la primera pasta de electrodo de Ag y un segundo electrodo obtenido por cocción de la segunda pasta de electrodo de Ag formada sobre el primer electrodo, dicha pasta de electrodo de Ag se usa como dicha segunda pasta de electrodo de Ag.

2. Una celda de batería solar, que comprende:

- 20 a sustrato semiconductor;  
 un electrodo lateral con superficie de recepción de luz colocado sobre una superficie principal que funciona como una superficie receptora de luz a partir de un par de superficies principales de dicho sustrato semiconductor enfrentadas entre sí; y  
 un electrodo de soporte colocado sobre la otra superficie principal,

25 con dicho electrodo lateral con superficie de recepción de luz incluyendo un primer electrodo obtenido por cocción de la primera pasta de electrodo de Ag y un segundo electrodo obtenido por cocción de la segunda pasta de electrodo de Ag formado sobre el primer electrodo, y  
 la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la reivindicación 1 que se usa como dicha segunda pasta de electrodo de Ag.

30 3. Un método para preparar una celda de batería solar que incluye un sustrato semiconductor, un electrodo lateral con superficie de recepción de luz colocado sobre una superficie principal que funciona como una superficie receptora de luz con respecto a un par de superficies principales de dicho sustrato semiconductor enfrentadas entre sí, y un electrodo de soporte colocado sobre la otra superficie principal y que tiene una estructura de modo que dicho electrodo lateral con superficie de recepción de luz incluye un primer electrodo obtenido por cocción de la primera pasta de electrodo de Ag y un segundo electrodo obtenido por cocción de la segunda pasta de electrodo de Ag formado sobre dicho primer electrodo, que comprende las etapas de:

- 35 formar un patrón de pasta de electrodo de Ag para dicho primer electrodo por aplicación de la primera pasta de electrodo de Ag en un patrón prescrito sobre dicho sustrato semiconductor;  
 formar un patrón de pasta de electrodo de Ag para dicho segundo electrodo por aplicación de la pasta de electrodo de Ag de acuerdo con la reivindicación 1 en un patrón prescrito sobre el patrón de pasta de electrodo de Ag para dicho primer electrodo; y  
 40 de forma simultánea fundir el patrón de pasta de electrodo de Ag para dicho primer electrodo y el patrón de pasta de electrodo de Ag para dicho segundo electrodo.

FIG.1

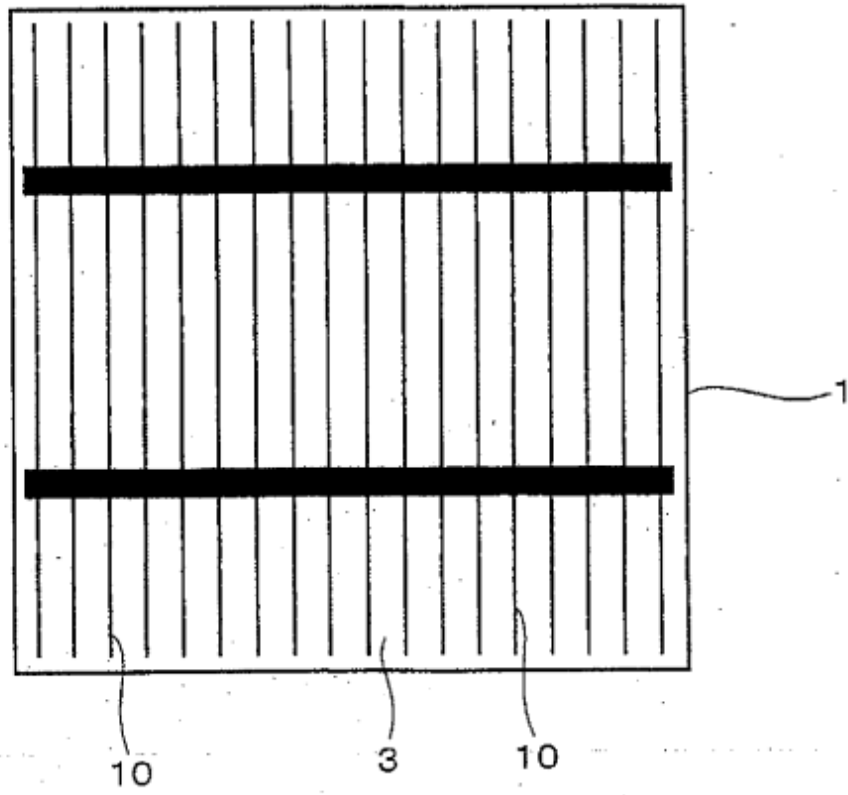


FIG.2

