



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 974**

51 Int. Cl.:
H01L 31/0224 (2006.01)
H01L 31/068 (2006.01)
H01B 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06810429 .8**
96 Fecha de presentación : **22.09.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1939943**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

54 Título: **Composición de pasta y elemento de celda solar que usa la misma.**

30 Prioridad: **20.10.2005 JP 2005-306025**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.06.2011

73 Titular/es: **TOYO ALUMINIUM KABUSHIKI KAISHA**
6-8, Kyutaro-Machi 3-chome
Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541-0056, JP

72 Inventor/es: **Lai, Gaochao;**
Watsuji, Takashi y
Katoh, Haruzo

74 Agente: **Miltényi Null, Peter**

ES 2 361 974 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

Composición de pasta y elemento de celda solar que usa la misma

CAMPO DE LA TÉCNICA

5 La presente invención se refiere en general a composiciones de pasta y a elementos de celda solar que usan la misma. Más particularmente, la presente invención se refiere a una composición de pasta, que se usa cuando se forma un electrodo sobre un sustrato semiconductor de silicio que constituye una celda solar de silicio cristalino, y a un elemento de celda solar que usa la misma.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

10 Como componente electrónico que tiene un electrodo formado sobre un sustrato semiconductor de silicio, se conocen elementos de celda solar dados a conocer en la publicación de solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2000-90734 (documento de patente 1) y la publicación de solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2004-134775 (documento de patente 2).

15 La figura 1 es una vista esquemática que muestra una estructura en sección general de un elemento de celda solar.

20 Como se muestra en la figura 1, el elemento de celda solar está estructurado en general usando un sustrato semiconductor de silicio tipo p 1 cuyo espesor es de 220 a 300 μm . Sobre una superficie receptora de luz del sustrato semiconductor de silicio 1, se forman una capa de impurezas tipo n 2 cuyo espesor es de 0,3 a 0,6 μm y una película antirreflectante 3 y electrodos de rejilla 4, que están sobre la capa de impurezas tipo n 2.

25 Sobre una superficie posterior del sustrato semiconductor de silicio tipo p 1 se forma una capa de electrodo de aluminio 5. La formación de la capa de electrodo de aluminio 5 se lleva a cabo aplicando una composición de pasta de aluminio que contiene polvo de aluminio, una frita de vidrio y un vehículo orgánico empleando serigrafía o similar; secado; y posteriormente, cociendo la composición de pasta de aluminio durante un corto periodo de tiempo a una temperatura mayor que o igual a 660°C (punto de fusión del aluminio). Durante la cocción, el aluminio difunde dentro del sustrato semiconductor de silicio tipo p 1, mediante lo que se forma una capa de aleación Al-Si 6 entre la capa de electrodo de aluminio 5 y el sustrato semiconductor de silicio tipo p 1 y simultáneamente, se forma una capa p+ 7 como capa de impurezas que resulta de la difusión de átomos de aluminio. La presencia de la capa p+ 7 impide la recombinación de electrones, y por tanto puede obtenerse un efecto BSF (campo superficial posterior) que mejora la eficiencia de captación de portadores generados.

35 Por ejemplo, tal como se da a conocer en la publicación de solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 5-129640 (documento de patente 3), se ha usado en la práctica un elemento de celda solar en el que un electrodo superficial posterior 8 que incluye una capa de electrodo de aluminio 5 y una capa de aleación Al-Si 6 se retira usando ácido o similar y se forma de nuevo una capa de electrodo de captación usando una pasta de plata o similar. Sin embargo, dado que se requiere la eliminación del ácido usado para retirar el electrodo superficial posterior 8, por ejemplo, surge el problema de que la eliminación complica el procedimiento. En los últimos años, con el fin de evitar un problema de este tipo, muchos elementos de celda solar se han estructurado con el electrodo superficial posterior 8 tal cual y utilizado como electrodo de captación.

45 Mientras tanto, con el fin de reducir costes en la fabricación de celdas solares, se ha examinado hoy en día el preparar un sustrato semiconductor de silicio más delgado. Sin embargo, cuando el sustrato semiconductor de silicio es más delgado, tras cocer la composición de pasta de aluminio, se deforma de manera cóncava una superficie posterior que tiene una capa de electrodo superficial posterior formada sobre la misma, debido a una diferencia entre los coeficientes de expansión térmica del silicio y el aluminio, deformando y arqueando así el sustrato semiconductor de silicio. Si se produce arqueado, puede producirse fácilmente una fractura o similar en el sustrato semiconductor de silicio en un procedimiento de fabricación de una celda solar. Por otro lado, como método para inhibir la aparición del arqueado, hay un método en el que se reduce una cantidad aplicada de la composición de pasta de aluminio y se hace más delgada la capa de electrodo superficial posterior. Sin embargo, cuando se reduce la cantidad aplicada de la composición de pasta de aluminio, se forman fácilmente burbujas y glóbulos de aluminio durante la cocción. Las tensiones se concentran en las partes de las burbujas formadas y los glóbulos formados de aluminio, provocando así una fractura en el sustrato semiconductor de silicio. Como resultado, ha habido el problema de que los rendimientos de fabricación de las celdas solares son reducidos.

55 Con el fin de solucionar los problemas mencionados anteriormente, se han propuesto una variedad de composiciones de pasta de aluminio.

5 La publicación de solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2004-134775 (documento de patente 2) da a conocer, como pasta eléctricamente conductora que puede reducir la contracción de una película de electrodo provocada durante la cocción e inhibir el arqueado de una oblea de Si, una composición de pasta de aluminio que incluye polvo de aluminio, una frita de vidrio y un

10 Además, la publicación de solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2005-191107 (documento de patente 4) da a conocer un método para fabricar un elemento de celda solar, que logra un electrodo superficial posterior de alto rendimiento en el que se inhibe la formación de glóbulos y protuberancias de aluminio y la formación de burbujas en el electrodo y alcanza una alta productividad reduciendo el arqueado de un sustrato semiconductor. En la pasta de aluminio usada en el

15 método dado a conocer, está contenido polvo de aluminio cuyo tamaño medio de partícula D_{50} en la distribución del tamaño de partícula acumulada basándose en el volumen es de 6 a 20 μm y en el que las partículas que tienen cada una un tamaño de partícula menor que o igual a la mitad del tamaño medio de partícula D_{50} suponen el 15% o menos de todas las partículas en la distribución del tamaño de partícula.

20 Sin embargo, incluso cuando se usaron estas pastas de aluminio, fue imposible inhibir la formación de burbujas y glóbulos de aluminio en la capa de electrodo superficial posterior, provocada durante la cocción, e inhibir la deformación de un sustrato semiconductor, provocada después de la cocción.

[Documento de patente 1] Publicación de solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2000-90734

[Documento de patente 2] Publicación de solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2004-134775

25 [Documento de patente 3] Publicación de solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 5-129640

[Documento de patente 4] Publicación de solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2005-191107

30 El documento JP 2005 200 585 da a conocer una composición que comprende pasta de aluminio, una resina de poliéster e hidróxido de aluminio.

El documento US 2004/0003836 da a conocer una composición de pasta que comprende polvo de aluminio, un vehículo orgánico y un polvo inorgánico a base de óxido o no a base de óxido.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Problemas a ser resueltos por la invención

35 Por tanto, con el fin de solucionar los problemas mencionados anteriormente, los objetivos de la presente invención son proporcionar una composición de pasta que pueda inhibir la formación de burbujas y glóbulos de aluminio en una capa de electrodo superficial posterior, provocada durante la cocción, y reducir la deformación de un sustrato semiconductor de silicio; y proporcionar un elemento de celda solar que comprenda un electrodo que se forme usando la composición.

40 Medios para solucionar los problemas

45 Con el fin de solucionar los problemas de la técnica convencional, los inventores se han dedicado a estudios. Como resultado, los inventores encontraron que los objetivos mencionados anteriormente pueden alcanzarse usando una composición de pasta que tiene la composición específica según la reivindicación 1. Basándose en los hallazgos, la composición de pasta según la presente invención tiene las siguientes características.

La composición de pasta según la presente invención se usa para formar un electrodo sobre un sustrato semiconductor de silicio y contiene polvo de aluminio, un vehículo orgánico y un hidróxido.

50 Es preferible que el hidróxido contenido en la composición de pasta de la presente invención sea un tipo seleccionado del grupo que consiste en hidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, hidróxido de calcio, hidróxido de estroncio e hidróxido de bario.

Además, es preferible que la composición de pasta de la presente invención contenga el hidróxido en una cantidad mayor que o igual al 0.1% en masa y menor que o igual al 25.0% en masa.

Es preferible que la composición de pasta de la presente invención contenga además una frita de vidrio.

5 El elemento de celda solar según la presente invención comprende un electrodo que se forma aplicando sobre un sustrato semiconductor de silicio la composición de pasta que tiene cualquiera de las características mencionadas anteriormente y después de esto, cocinando la composición de pasta.

EFEECTO DE LA INVENCION

10 Tal como se describió anteriormente, según la presente invención, usando una composición de pasta que contiene además un hidróxido, además de polvo de aluminio y un vehículo orgánico, puede inhibirse la formación de burbujas y glóbulos de aluminio en una capa de electrodo de aluminio que se forma sobre una superficie posterior de un sustrato semiconductor de silicio; puede reducirse la deformación del sustrato semiconductor de silicio; y pueden mejorarse los rendimientos de fabricación de elementos de celda solar.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

15 La figura 1 es una vista esquemática que muestra una estructura en sección general de un elemento de celda solar al que se aplica la presente invención como una realización.

La figura 2 es una vista esquemática que muestra un método para medir una cantidad de deformación de un sustrato semiconductor de silicio tipo p sobre el que se ha formado una capa de electrodo de aluminio por cocción.

EXPLICACION DE LOS NUMEROS DE REFERENCIA

20 1: sustrato semiconductor de silicio tipo p, 2: capa de impurezas tipo n, 3: película antirreflectante, 4: electrodo de rejilla, 5: capa de electrodo de aluminio, 6: capa de aleación Al-Si, 7: capa p⁺, 8: electrodo superficial posterior.

MEJOR MODO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

25 La composición de pasta de la presente invención contiene un hidróxido además de polvo de aluminio y un vehículo orgánico. En un caso en el que se usa una pasta que tiene la composición convencional, no pueden controlarse la reacción del aluminio y el silicio y la sinterización del aluminio. Como resultado, aumenta localmente una cantidad producida de una aleación Al-Si, provocando así fenómenos tales como la formación de burbujas y glóbulos de aluminio y un aumento de la deformación de un sustrato semiconductor de silicio debido a una excesiva sinterización del aluminio.

30 En la presente invención, al estar contenido el hidróxido en la pasta, pueden controlarse la reacción del aluminio y el silicio y la sinterización del aluminio para evitar un avance excesivo de la reacción y la sinterización. En el hidróxido contenido en la pasta se produce una reacción de descomposición por deshidratación a una temperatura de 200 a 500°C durante la cocción. Se considera que, debido a una reacción endotérmica que resulta de esta descomposición por deshidratación y a la oxidación superficial del polvo de aluminio, provocada por el vapor de agua descompuesto, pueden inhibirse la formación de burbujas y glóbulos de aluminio y la deformación de un sustrato semiconductor de silicio.

35

40 El hidróxido contenido en la composición de pasta de la presente invención no está limitado particularmente y solamente se requiere que el hidróxido pueda obtener el efecto de la presente invención. Por ejemplo, se citan hidróxidos que contienen cada uno un elemento metálico tal como cobre y hierro. Solamente se requiere que un hidróxido preferible sea al menos un tipo seleccionado del grupo que consiste en hidróxidos de elementos del grupo IIa e hidróxidos de elementos del grupo IIIb en la tabla periódica. Más específicamente, el hidróxido es un tipo seleccionado del grupo que consiste en hidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, hidróxido de calcio, hidróxido de estroncio e hidróxido de bario. La razón por la que se prefieren los hidróxidos de elementos del grupo IIa y los hidróxidos de elementos del grupo IIIb en la tabla periódica es que incluso si los elementos en el grupo IIa y el grupo IIIb en la tabla periódica mencionados anteriormente se difunden en el sustrato semiconductor de silicio durante la cocción de la composición de pasta de la presente invención, el grado de inhibición del efecto BSF es pequeño y la influencia de una reducción en la eficiencia de conversión de energía también es pequeña.

45

50 Es preferible que el contenido en hidróxido contenido en la composición de pasta de la presente invención sea mayor que o igual al 0.1% en masa y menor que o igual al 25.0% en masa. Si el contenido en hidróxido es menor que el 0.1% en masa, es probable que no pueda obtenerse el efecto deseado de inhibir la formación de burbujas y glóbulos de aluminio, y no pueda lograrse un efecto suficiente de inhibir la deformación del sustrato semiconductor de silicio por la cocción añadiendo el hidróxido. Si el contenido en hidróxido supera el 25.0% en masa, aumenta la resistencia superficial en la capa de electrodo superficial posterior, y de ese modo, puede surgir el efecto adverso de que se inhibe la sinterización de la pasta. Si aumenta la resistencia superficial en la capa de electrodo

55

superficial posterior, aumenta la resistencia óhmica y no puede tomarse de manera eficiente la energía generada a partir de irradiación de luz solar, incurriendo así en una reducción de la eficiencia de conversión de energía. Fijando el contenido en hidróxido para que esté en el intervalo mencionado anteriormente, la resistencia superficial puede controlarse dentro del intervalo favorable mencionado
5 más adelante, no se reducen el efecto BSF y la función de electrodo de la capa de electrodo de aluminio, se inhibe la formación de burbujas y glóbulos de aluminio en la capa de electrodo de aluminio y puede reducirse la cantidad de deformación del sustrato semiconductor de silicio.

El contenido en polvo de aluminio contenido en la composición de pasta de aluminio de la presente invención es mayor que o igual al 50% en masa y menor que o igual al 80% en masa. Si el contenido en polvo de aluminio es menor que el 50% en masa, aumenta la resistencia de la capa de electrodo de aluminio formado por la cocción, con lo que puede reducirse la eficiencia de conversión de energía de las celdas solares. Si el contenido en polvo de aluminio supera el 80% en masa, empeora el rendimiento de aplicación de la pasta en serigrafía o similar.
10

En la presente invención, puede usarse polvo de aluminio que tiene un intervalo amplio de tamaños medios de partícula de 1 a 20 μm . En un caso en el que el polvo de aluminio está mezclado en la composición de pasta, es preferible usar polvo de aluminio que tenga un tamaño medio de partícula de 2 a 15 μm y más preferible usar polvo de aluminio que tenga un tamaño medio de partícula de 3 a 10 μm . Si el tamaño medio de partícula es menor que 1 μm , el área superficial específica del polvo de aluminio es grande, lo que no es deseable. Si el tamaño medio de partícula supera los 20 μm , no puede obtenerse una viscosidad apropiada de la composición de pasta que contiene en la misma el polvo de aluminio, lo que no es deseable. Una forma y un método de fabricación del polvo del polvo de aluminio contenido en la composición de pasta de la presente invención no están limitados particularmente.
15
20

Aunque el vehículo orgánico contenido en la composición de pasta de la presente invención no está limitado particularmente, pueden usarse una resina tal como una resina de etilcelulosa y una resina alquídica y disolventes tales como un compuesto a base de glicol éter y un compuesto a base de terpineol. Es preferible que el contenido en vehículo orgánico sea mayor que o igual al 15% en masa y menor que o igual al 40% en masa. Si el contenido en vehículo orgánico es menor que el 15% en masa, empeora el rendimiento de impresión de la pasta y no puede formarse una capa de electrodo de aluminio favorable. Si el contenido en vehículo orgánico supera el 40% en masa, no solamente aumenta la viscosidad de la pasta sino que también surge el problema de que se dificulta la cocción del aluminio debido a la presencia excesiva del vehículo orgánico.
25
30

Además, la composición de pasta de la presente invención puede contener una frita de vidrio. Aunque el contenido en frita de vidrio contenida en la composición de pasta de la presente invención no está limitado particularmente, es preferible que el contenido en frita de vidrio sea menor que o igual al 8% en masa. Si el contenido en frita de vidrio supera el 8% en masa, puede producirse la segregación del vidrio, puede aumentar la resistencia de la capa de electrodo de aluminio y puede reducirse la eficiencia de generación de potencia de una celda solar. Aunque el límite inferior del contenido en frita de vidrio no está limitado particularmente, el límite inferior del contenido en frita de vidrio en general es mayor que o igual al 0.1% en masa.
35
40

Aunque la composición de la frita de vidrio contenida en la composición de pasta de la presente invención no está limitada particularmente, se cita en general una composición a base de vidrio cuyos ingredientes principales son al menos dos tipos de óxidos seleccionados del grupo que consiste en PbO , B_2O_3 , ZnO , Bi_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO y BaO .

Aunque el tamaño medio de partícula de la frita de vidrio contenida en la composición de pasta de la presente invención no está limitado particularmente, es preferible que el tamaño medio de partícula sea menor que o igual a 20 μm .
45

En la composición de pasta de la presente invención pueden usarse una variedad de aditivos, tales como un dispersante, un plastificante, un agente antisedimentante, un agente tixotrópico, etc., que ajustan las propiedades de una pasta según sea necesario. Aunque la composición de los aditivos no está limitada particularmente, es preferible que su contenido sea menor que o igual al 10% en masa.
50

Ejemplos

A continuación en el presente documento se describirá un ejemplo de la presente invención.

En primer lugar, se prepararon una variedad de composiciones de pasta que contenían cada una del 50 al 80% en masa de polvo de aluminio, del 0,1 al 8% en masa de frita de vidrio, un vehículo orgánico, con etilcelulosa disuelta en un disolvente orgánico a base de glicol éter, en un intervalo del 15 al 40% en masa, y que contenían también cada una un hidróxido en el porcentaje mostrado en la tabla 1.
55

- 5 Específicamente, se prepararon composiciones de pasta (Ejemplos 1 a 18) añadiendo polvo de aluminio y fritas de vidrio a base de $ZnO-B_2O_3-SiO_2$ a vehículos orgánicos con etilcelulosa disuelta en disolventes orgánicos a base de glicol éter y añadiendo además al mismo una variedad de hidróxidos en las cantidades añadidas mostradas en la tabla 1 y mezclándolos usando un mezclador conocido.
- 10 Además, empleando el mismo método descrito anteriormente, tal como muestra en la tabla 1, se preparó una composición de pasta convencional (Ejemplo comparativo 1) que no contenía hidróxido.
- En este caso, en consideración de garantizar la reactividad del polvo de aluminio con el sustrato semiconductor de silicio, el rendimiento de aplicación del polvo de aluminio y la uniformidad de las capas de revestimiento, se usó polvo cuyas partículas tenían tamaños medios de partícula de 2 a 20 μm y tenían formas esféricas o formas casi esféricas. Se usaron fritas de vidrio cuyas partículas tenían tamaños medios de partícula de 1 a 12 μm .
- 15 Se aplicaron la variedad descrita anteriormente de composiciones de pasta y se imprimieron sobre sustratos semiconductores de silicio tipo p que tenían cada uno un espesor de 220 μm y dimensiones de 155 mm X 155 mm usando una placa de impresión de tamiz de 165 de malla y se secaron. Se fijó una cantidad aplicada para que fuera de 1.5 ± 0.1 g/sustrato antes del secado.
- 20 Tras secarse los sustratos semiconductores de silicio tipo p que tenían las pastas impresas sobre los mismos, se cocieron los sustratos semiconductores de silicio tipo n que tenían las pastas impresas sobre los mismos bajo una atmósfera de aire en un horno de cocción continua de infrarrojos. Se fijó la temperatura en la zona de cocción del horno de cocción para que fuera de 760°C a 780°C y se fijó el periodo de tiempo (tiempo de cocción) durante el que los sustratos permanecían en el horno de cocción para que fuera de 8 a 12 segundos. Tras la cocción, se llevó a cabo un enfriamiento, mediante lo cual se obtuvo una estructura en la que se formaron la capa de electrodo de aluminio 5 y la capa de aleación Al-Si 6 en el sustrato semiconductor de silicio tipo p 1 tal como se muestra en la figura 1.
- 25 En la capa de electrodo de aluminio 5 formada sobre el sustrato semiconductor de silicio, se contaron visualmente el número de burbujas y el número de glóbulos de aluminio por un área superficial de medición de 150X150 mm^2 como cantidades de formación de los mismos. La suma del número contado de burbujas y el número contado de glóbulos de aluminio se muestra en cada caso en la tabla 1. El valor objetivo de la suma de los mismos, que permite impedir una fractura en el sustrato semiconductor de silicio en un procedimiento de fabricación, se supone que es 10.
- 30 Se midió la resistencia superficial del electrodo superficial posterior 8, que influye en la resistencia óhmica entre electrodos, usando un medidor de resistencia superficial de sonda de 4 puntos (medidor de resistencia de lámina tipo RG-5 producido por Napson corporation). Las condiciones de medición fueron: un voltaje de 4 mV; una corriente de 100 mA y una carga aplicada sobre una superficie del electrodo superficial posterior 8 de 200 grf (1.96 N). Un valor medido de éstos se muestra en cada caso en "Resistencia superficial del electrodo superficial posterior [$m\Omega/\square$ (cuadrado)]" en la tabla 1.
- 35 Posteriormente, se sumergió el sustrato semiconductor de silicio tipo p que tenía el electrodo superficial posterior 8 formado sobre el mismo en una disolución acuosa de ácido clorhídrico, mediante lo cual se retiraron la capa de electrodo de aluminio 5 y la capa de aleación Al-Si 6 por medio de disolución. Se midió en cada caso la resistencia superficial del sustrato semiconductor de silicio tipo p que tenía una capa p^+ 7 formada sobre el mismo usando el medidor de resistencia superficial mencionado anteriormente.
- 40 Se supone que existe una correlación entre la resistencia superficial de la capa p^+ 7 y el efecto BSF y cuanto menor sea la resistencia superficial del mismo, mayor será el efecto BSF. En este caso, un valor preferible de la resistencia superficial es menor que o igual a 20 $m\Omega/\square$ (cuadrado) en el electrodo superficial posterior 8 y menor que o igual a 21 Ω/\square (cuadrado) en la capa p^+ 7.
- 45 Se midió en cada caso la cantidad de deformación del sustrato semiconductor de silicio tipo p que tenía la capa de electrodo de aluminio formada por la cocción de la manera descrita más adelante. Tal como se muestra en la figura 2, tras la cocción y el enfriamiento, se presionaron hacia abajo dos esquinas diagonales de las cuatro esquinas del sustrato con la capa de electrodo de aluminio sobre el mismo según lo indicado por las flechas P_1 y P_2 y se midieron las cantidades de elevación X_1 y X_2 (incluyendo en cada caso el espesor del sustrato) de las otras esquinas distintas a las dos esquinas diagonales. Además, usando el mismo método descrito anteriormente, las partes en las que se midieron las cantidades de elevación X_1 y X_2 se presionaron hacia debajo de la manera indicada por las flechas P_1 y P_2 , y se midieron las cantidades de elevación X_3 y X_4 de las dos esquinas presionadas hacia debajo de la manera indicada por las flechas P_1 y P_2 . Se calculó el valor promedio de las cantidades de elevación X_1 , X_2 , X_3 y X_4 como "Cantidad de deformación del sustrato semiconductor de silicio [mm]". El valor objetivo de la cantidad de deformación es menor que o igual a 3,0 mm.
- 50
- 55

La resistencia superficial del electrodo superficial posterior 8, la resistencia superficial de la capa p⁺ 7, la cantidad de deformación del sustrato semiconductor de silicio, que se midieron de la manera mencionada anteriormente, se muestran en cada caso en la tabla 1.

[Tabla 1]

	Tipo de hidróxido	Cantidad añadida de hidróxido [% en masa]	Cantidad de formación de burbujas y glóbulos de Al [unidad(es)]	Resistencia superficial del electrodo superficial posterior [mΩ/□]	Resistencia superficial de la capa p ⁺ [Ω/□]	Cantidad de deformación del sustrato semiconductor de silicio [mm]
Ejemplo 1	Al(OH) ₃	0,08	12	14,8	16,6	2,9
Ejemplo 2	Al(OH) ₃	0,12	9	15,0	16,7	2,7
Ejemplo 3	Al(OH) ₃	3,0	2	15,5	16,9	1,9
Ejemplo 4	Fe(OH) ₃	3,0	2	15,1	16,4	1,9
Ejemplo 5	Cu(OH) ₂	3,0	3	15,8	16,7	1,8
Ejemplo 6	Mg(OH) ₂	3,0	2	15,3	16,7	1,8
Ejemplo 7	Ca(OH) ₂	3,0	3	15,6	16,9	2,0
Ejemplo 8	Al(OH) ₃	5,0	1	15,9	17,0	1,7
Ejemplo 9	Ca(OH) ₂	5,0	1	16,0	16,9	1,5
Ejemplo 10	Al(OH) ₃	9,0	0	16,8	17,2	1,5
Ejemplo 11	Ca(OH) ₂	10,0	0	17,5	17,7	1,6
Ejemplo 12	Ca(OH) ₂	5,0	0	17,2	17,8	1,5
	Mg(OH) ₂	5,0				
Ejemplo 13	Al(OH) ₃	11,0	0	18,5	19,3	1,4
Ejemplo 14	Mg(OH) ₂	15,0	0	18,9	19,6	1,3
Ejemplo 15	Al(OH) ₃	18,0	0	19,0	20,1	1,1
Ejemplo 16	Al(OH) ₃	23,0	0	19,5	20,8	1,0
Ejemplo 17	Mg(OH) ₂	23,0	0	19,8	20,5	1,1
Ejemplo 18	Mg(OH) ₂	27,0	0	22,3	22,6	1,0
Ejemplo comparativo 1	-	-	15	14,9	16,5	3,3

Se encontró a partir de un resultado mostrado en la tabla 1 que usando las composiciones de pasta (Ejemplos 1 a 18) de la presente invención, que usan en cada caso el hidróxido, puede evitarse una

reducción en la función de electrodo y en el efecto BSF de la capa de electrodo de aluminio, puede inhibirse la formación de las burbujas y los glóbulos de aluminio en la capa de electrodo de aluminio y puede reducirse la cantidad de deformación del sustrato semiconductor de silicio, en comparación con la composición de pasta convencional (Ejemplo comparativo 1) que no contiene hidróxido.

- 5 La realización y los ejemplos descritos deben considerarse en todo sentido solamente como ilustrativos y no restrictivos. Se pretende que el alcance de la invención venga, por tanto, indicado por las reivindicaciones adjuntas en lugar de por la descripción anterior de la realización y los ejemplos y que todas las modificaciones y variaciones que entren dentro del significado y el intervalo de equivalencia de las reivindicaciones adjuntas estén abarcadas dentro de su alcance.

10 APLICABILIDAD INDUSTRIAL

Según la presente invención, usando una composición de pasta que contiene un hidróxido además de polvo de aluminio y un vehículo orgánico, puede inhibirse la formación de burbujas y glóbulos de aluminio en una capa de electrodo de aluminio que está formada sobre una superficie posterior de un sustrato semiconductor de silicio; puede reducirse la deformación del sustrato semiconductor de silicio; y pueden mejorarse los rendimientos de fabricación de elementos de celdas solares.

15

REIVINDICACIONES

1. Composición de pasta usada para formar un electrodo (8) sobre un sustrato semiconductor de silicio (1), que constituye una celda solar, que comprende: polvo de aluminio; un vehículo orgánico; y un hidróxido, en la que el contenido en polvo de aluminio contenido en la
5 composición de pasta es mayor que o igual al 50% en masa y menor que o igual al 80% en masa.
2. Composición de pasta según la reivindicación 1, en la que el hidróxido es al menos un tipo seleccionado del grupo que consiste en hidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, hidróxido de calcio, hidróxido de estroncio e hidróxido de bario.
- 10 3. Composición de pasta según la reivindicación 1, que comprende el hidróxido en una cantidad mayor que o igual al 0,1% en masa y menor que o igual al 25,0% en masa.
4. Composición de pasta de aluminio según la reivindicación 1, que comprende además una frita de vidrio.
- 15 5. Elemento de celda solar que comprende un electrodo (8) formado aplicando la composición de pasta según la reivindicación 1 sobre un sustrato semiconductor de silicio (1) y posteriormente, cociendo la composición de pasta.

FIG.1

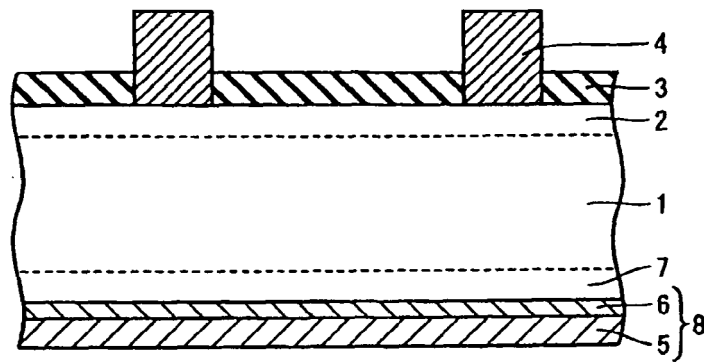


FIG.2

