

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 949**

51 Int. Cl.:
H01L 31/068 (2012.01)
H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10006301 .5**
96 Fecha de presentación: **17.06.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2264786**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.12.2010**

54 Título: **Célula solar y método de fabricación de la misma**

30 Prioridad:
18.06.2009 KR 20090054450

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.10.2012

73 Titular/es:
LG Electronics Inc.
20, Yeouido-dong Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR

72 Inventor/es:
Park, Hyunjung;
Lee, Daeyong;
Choe, Youngho y
Han, Dongho

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

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).

ES 2 387 949 T3

DESCRIPCIÓN

Célula solar y método de fabricación de la misma.

5 **Antecedentes de la invención**(a) Campo de la invención

10 Formas de realización de la presente invención se refieren a una célula solar y a un método de fabricación de la misma.

(b) Descripción de la técnica anterior

15 Recientemente, puesto que se espera que las fuentes de energía existentes, tales como el petróleo y el carbón, se agoten, está aumentando el interés en fuentes de energía alternativas para sustituir las fuentes de energía existentes. Entre las fuentes de energía alternativas, han destacado particularmente las células solares que generan energía eléctrica a partir de energía solar. Una célula solar de silicio incluye generalmente un sustrato y una región de emisor, cada uno de los cuales está formado por un semiconductor, y una pluralidad de electrodos formados respectivamente sobre el sustrato y la región de emisor. Los semiconductores que forman el sustrato y la región de emisor presentan tipos diferentes de conductor, tales como el tipo p y el tipo n. En una interfase entre el sustrato y la región de emisor se forma una unión p-n.

25 Cuando incide luz sobre la célula solar, en los semiconductores se genera una pluralidad de pares electrón-hueco. Los pares electrón-hueco se separan en electrones y huecos por el efecto fotovoltaico. Así, los electrones separados se mueven hacia el semiconductor de tipo n (por ejemplo, la región de emisor) y los huecos separados se mueven hacia el semiconductor de tipo p (por ejemplo, el sustrato). Los electrones y huecos son captados respectivamente por el electrodo conectado eléctricamente a la región de emisor y el electrodo conectado eléctricamente al sustrato. Los electrodos se conectan entre sí usando hilos metálicos eléctricos para obtener de este modo energía eléctrica.

30 Preu R. *et al.*: "Laser-fired contacts - Transfer of a simple high efficiency process scheme to industrial production", ISBN: 978-0-7803-7471-3/XP010666424, presentan un sistema de láser de tipo piloto con manipulación automatizada de obleas, que se ha desarrollado con la finalidad de realizar contactos locales quemados por láser para una superficie posterior pasivada mediante la irradiación de haces de láser directamente sobre una capa de aluminio formada sobre la capa de pasivación, y presenta también la manera en la que el proceso de los contactos quemados por láser se puede transferir a escala industrial.

35 Hofmann M. *et al.*: "Recent developments in rear-surface passivation at Fraunhofer ISE", ISSN: 0927-0248/XP026093572, da a conocer sistemas de capas de pasivación de superficies posteriores, adaptados para estructuras de células solares delgadas que tienen regiones posteriores locales de campos de superficie posterior de aluminio (Al-BSF) fabricadas con contactos quemados por láser.

45 Tucci M. *et al.*: "Laser fired back contact for silicon solar cells", *Thin Solid Films*, vol. 516, nº. 20, 30 de agosto de 2008, págs. 6.767 a 6.770, da a conocer condiciones útiles de tratamiento de láser con el fin de obtener una célula solar de contacto por puntos. En la cara posterior de la célula solar de silicio, una capa dopante de boro por giro (*spin-on*) se interpone entre una capa delgada doble de silicio amorfo y nitruro de silicio, a-Si:H/SiNx, que actúa como pasivación superficial y un Al evaporado por haz de electrones, grueso. La formación de un Campo de superficie posterior (BSF) local mejorado se obtiene usando un láser pulsado de Nd:YAG, que promueve una difusión local simultánea de Al y B a través de las capas de pasivación.

50 **Sumario de la invención**

Según un aspecto de la presente invención, un método para fabricar una célula solar puede incluir la formación de una región de emisor sobre una primera superficie completa de un sustrato de semiconductor de un primer tipo de conductividad, presentando la región de emisor un segundo tipo de conductor opuesto al primer tipo de conductor con el fin de formar una unión p-n con el sustrato de semiconductor, y siendo la primera superficie una superficie sobre la cual incide una luz solar, la formación de una capa de pasivación sobre una segunda superficie opuesta a la primera superficie del sustrato de semiconductor, la formación de una capa dopante que contiene impurezas del primer tipo de conductividad sobre la capa de pasivación, la formación local de una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior en el sustrato de semiconductor, la formación de un primer electrodo posicionado en la primera superficie del sustrato de semiconductor y conectado a la región de emisor, la formación de un segundo electrodo en la capa dopante para conectarse al sustrato de semiconductor, y caracterizado porque la formación local de una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior en el sustrato de semiconductor comprende la irradiación de haces de láser directamente sobre la capa dopante para difundir las impurezas del primer tipo de conductividad de la capa dopante en el sustrato de semiconductor, y porque la formación de un segundo electrodo sobre la capa dopante se realiza después de la formación local de una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior en el sustrato de semiconductor, estando conectado el segundo electrodo al sustrato de

semiconductor a través de la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior.

Según otro aspecto, una célula solar puede incluir un sustrato de semiconductor de un primer tipo conductor, una región de emisor que tiene un segundo tipo de conductor opuesto al primer tipo de conductor con el fin de formar una unión p-n con el sustrato de semiconductor, y que está posicionado en una primera superficie completa del sustrato de semiconductor, un primer electrodo conectado a la región de emisor y posicionado en una primera superficie del sustrato de semiconductor, una capa de pasivación posicionada sobre la segunda superficie opuesta a la primera superficie del sustrato de semiconductor, una pluralidad de porciones dopantes que contienen impurezas del primer tipo de conductividad y que están posicionadas localmente sobre la capa de pasivación, un segundo electrodo posicionado en la segunda superficie sobre la pluralidad de porciones dopantes y conectado al sustrato de semiconductor; y una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior posicionadas localmente en el sustrato de semiconductor, formándose la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior mediante la irradiación de haces de láser sobre la pluralidad de porciones dopantes con el fin de difundir las impurezas del primer tipo de conductividad de la pluralidad de porciones dopantes en el sustrato de semiconductor, y correspondiéndose posiciones de formación de la pluralidad de porciones dopantes con posiciones de formación de la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y se incorporan a esta memoria y constituyen parte de la misma, ilustran formas de realización de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los fundamentos de la invención. En los dibujos:

la figura 1 es una vista en sección transversal, parcial, de un ejemplo de una célula solar que no forma parte ella misma de la presente invención y no cubierta por las reivindicaciones;

las figuras 2A a 2H son vistas en sección que muestran secuencialmente procesos para fabricar la célula solar mostrada en la figura 1 de acuerdo con el método de la invención;

las figuras 4 a 6 son vistas en sección transversal, parciales, de ejemplos de una célula solar según otras formas de realización de la presente invención;

las figuras 3 y 7 son vistas en sección transversal, parciales, de otros ejemplos de células solares no cubiertas por las reivindicaciones;

las figuras 8A y 8B son vistas en sección que muestran porciones de procesos para fabricar la célula solar mostrada en la figura 7; y

las figuras 9 y 10 son vistas en sección transversal, parciales, de otros ejemplos de una célula solar de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización

En lo sucesivo en el presente documento se describirá la invención más detalladamente haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales se muestran formas de realización ejemplificativas de las invenciones. No obstante, esta invención se puede materializar en muchas formas diferentes y no debería considerarse como limitada únicamente a las formas de realización expuestas en la presente.

En los dibujos, el grosor de capas, películas, paneles, regiones, etcétera, se ha exagerado por motivos de claridad. Durante toda la memoria, las referencias numéricas iguales designan los mismos elementos. Se entenderá que cuando se hace referencia a un elemento, tal como una capa, película, región, o sustrato, de manera que está "sobre" ("on") otro elemento, el mismo puede estar directamente sobre el otro elemento o también puede haber presentes elementos intermedios. Por contraposición, cuando a un elemento se le hace referencia como que está "directamente sobre" otro elemento, no hay presentes elementos intermedios. Además, se entenderá que cuando a un elemento tal como una capa, película, región, o sustrato, se le hace referencia como que está "completamente" sobre otro elemento, el mismo puede estar sobre la superficie completa del otro elemento y puede no estar sobre una porción de un borde del otro elemento.

A continuación se hará referencia detalladamente a formas de realización de la presente invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos.

Seguidamente, en referencia a los dibujos, se describirán detalladamente células solares de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

La figura 1 es una vista en sección transversal, parcial, de un ejemplo de una célula solar no cubierta por las reivindicaciones, las figuras 2A a 2H son vistas en sección que muestran secuencialmente procesos según el

método de la presente invención para fabricar la célula solar mostrada en la figura 1. Las figuras 4 y 6 son vistas en sección transversal, parciales, de ejemplos de una célula solar según una forma de realización de la presente invención.

5 En referencia a la figura 1, una célula solar 1 de acuerdo con un ejemplo no cubierto por las reivindicaciones incluye un sustrato 100, una región de emisor 102 posicionada en una superficie (a la que en lo sucesivo se hace referencia como "una superficie frontal") del sustrato 100 en el cual incide luz, una capa antirreflectante 104 sobre la región de emisor 102, una capa de pasivación 108 posicionada sobre una superficie (una superficie posterior) del sustrato 100, opuesta a la superficie frontal del sustrato 100, en la cual no incide luz, una capa dopante 110 posicionada sobre la
10 capa de pasivación 108 y conectada de manera parcial o selectiva al sustrato 100 a través de la capa de pasivación 108, una pluralidad de electrodos frontales (una pluralidad de primeros electrodos) 106 conectados a la región de emisor 102, un electrodo posterior (un segundo electrodo) 112 posicionado sobre la capa dopante 110 y conectado eléctricamente al sustrato 100, y una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior (BSF) 114
15 posicionadas en ubicaciones en las que el sustrato 100 y el electrodo posterior están conectados eléctricamente entre sí. La pluralidad de regiones de BSF 114 está posicionada localmente en el sustrato 110.

El sustrato 100 es un sustrato de semiconductor formado por silicio de un primer tipo de conductor, por ejemplo, un silicio de tipo p, aunque no es un requisito. Los ejemplos de silicio incluyen silicio cristalino tal como silicio monocristalino y silicio policristalino. Si el sustrato 100 es del tipo p, el sustrato 100 puede contener impurezas de un
20 elemento del grupo III tal como boro (B), galio (Ga), e indio (In). Alternativamente, el sustrato 100 puede ser de un tipo n. Si el sustrato 100 es del tipo n, el sustrato 100 puede contener impurezas de un elemento del grupo IV tal como fósforo (P), arsénico (As), y antimonio (Sb). Adicionalmente, el sustrato 100 se puede realizar con otros materiales semiconductores en lugar de silicio.

25 La superficie frontal del sustrato 100 está texturizada para formar una superficie texturizada correspondiente a una superficie irregular. Por lo tanto, el área superficial del sustrato 100 se incrementa y la reflectancia de la luz de la superficie frontal del sustrato 100 se reduce.

30 La región de emisor 102 posicionada en la superficie frontal del sustrato 100 es una región de impurezas con impurezas (por ejemplo, impurezas de tipo n) de un segundo tipo conductor opuesto al primer tipo conductor del sustrato 100. La región de emisor 102 forma una unión p-n con el sustrato 100.

Por medio de una diferencia de potencial incorporada, generada debido a la unión p-n, una pluralidad de pares electrón-hueco, que se generan por la luz incidente sobre el sustrato de semiconductor, se separan en electrones y
35 huecos, respectivamente, y los electrones separados se mueven hacia el semiconductor de tipo n y los huecos separados se mueven hacia el semiconductor de tipo p. Así, cuando el sustrato 100 es del tipo p y la región de emisor 102 es del tipo n, los huecos separados se mueven hacia el sustrato 100 y los electrones separados se mueven hacia la región de emisor 102.

40 Puesto que la región de emisor 102 forma la unión p-n con el sustrato 100, cuando el sustrato 100 es del tipo n, entonces la región de emisor 102 es del tipo p, por contraposición a la forma de realización antes descrita, y los electrones separados se mueven hacia el sustrato 100 y los huecos separados se mueven hacia la región de emisor 102.

45 Volviendo al ejemplo de la célula, cuando la región de emisor 102 es del tipo n, la región de emisor 102 se puede formar dopando el sustrato 100 con impurezas del elemento del grupo V tal como P, As, Sb, etcétera, mientras que, cuando la región de emisor 102 es del tipo p, la región de emisor 102 se puede formar dopando el sustrato 100 con impurezas del elemento del grupo III tal como B, Ga, In, etcétera.

50 En referencia a la figura 1, la capa antirreflectante 104 posicionada sobre la región de emisor 102 se realiza preferentemente con nitruro de silicio (SiNx) u óxido de silicio (SiOx), etcétera. La capa antirreflectante 104 reduce la reflectancia de luz incidente sobre el sustrato 100, incrementándose así la cantidad de la luz incidente sobre el sustrato 100. La capa antirreflectante 104 también puede realizar una función de pasivación que convierte defectos, tales como enlaces libres, existentes en torno a las superficies del sustrato 100, en enlaces estables para evitar o
55 reducir así una recombinación y/o una desaparición de cargas que se mueven a las superficies del sustrato 100.

En la figura 1, la capa antirreflectante 104 tiene una estructura de una sola capa, aunque la capa antirreflectante 104 puede tener una estructura multi-capa tal como una estructura de doble capa de SiNx/SiOx o SiNx/SiOx o una estructura de triple capa de SiOx/SiNx/SiOx. Si se desea, la capa antirreflectante 104 se puede omitir.

60 La capa de pasivación 108 posicionada sobre la superficie posterior del sustrato 100 tiene una pluralidad de orificios de contacto 116 para contactar con el sustrato 100.

La capa de pasivación 108 se puede realizar con SiO₂, SiNx, o SiOxNy, etcétera. La capa de pasivación 108 lleva a
65 cabo la función de pasivación cerca de la superficie posterior del sustrato 100 para evitar o reducir una recombinación y/o una desaparición de cargas, y por lo tanto una BSRV (velocidad de recombinación superficial

posterior) de los electrones y las cargas se reduce por debajo de aproximadamente 500 cm/s para mejorar la eficacia de la célula solar 1.

La capa dopante 110 posicionada sobre la capa de pasivación 108 es una porción de impurezas del mismo tipo de conductor, por ejemplo, un tipo p, que el sustrato 100. En este momento, la capa dopante 110 contiene una concentración mayor de impurezas del mismo tipo conductor que el sustrato 100. En la forma de realización, la capa dopante 110 se puede formar usando boro (B) como impurezas.

La capa dopante 110 está conectada al sustrato 100 a través de los orificios de contacto 116 de la capa de pasivación 108.

La pluralidad de las regiones de campo de superficie posterior 114 se posiciona sustancialmente en el sustrato 100 en contacto con la capa dopante 110 a través de los orificios de contacto 116 de la capa de pasivación 108.

La capa dopante 110 incluye también una pluralidad de porciones rebajadas 117. Las posiciones de formación de las porciones rebajadas 117 se corresponden con las posiciones de formación de las regiones de campo de superficie posterior 114.

La pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114 son áreas fuertemente dopadas por impurezas del mismo tipo de conductor que el sustrato 100.

Se forma una barrera de potencial por medio de una diferencia de concentración de impurezas entre el sustrato 100 y las regiones de campo de superficie posterior 114, distribuyéndose así el movimiento de cargas (por ejemplo, electrones) hacia una porción posterior del sustrato 100. Por consiguiente, las regiones de campo de superficie posterior 114 evitan o reducen la recombinación y/o la desaparición de los electrones y huecos separados en la superficie posterior del sustrato 100.

La pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114 se puede formar irradiando haces de láser para impulsar las impurezas contenidas en la capa dopante 110 hacia el sustrato 100.

Así, las formas de la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114 se ponen de manifiesto detalladamente en la figura 1, aunque cada una de las regiones de campo de superficie posterior 114 puede ser un semicírculo, un cono circular, un cono poligonal y una pirámide, etcétera, en el sustrato 100.

En la forma de realización, los orificios de contacto 116 pueden ser una pluralidad de aberturas formadas en la capa de pasivación 108 y que dejan al descubierto porciones del sustrato 100.

En este caso, porciones de la capa dopante 110 están en contacto con el sustrato 100 que queda al descubierto a través de los orificios de contacto (es decir, aberturas) 116.

Alternativamente, los orificios de contacto 116 pueden ser porciones fundidas generadas por los haces de láser irradiados para formar las regiones de campo de superficie posterior 114. Es decir, cuando se radian los haces de láser, porciones sobre las cuales se irradian los haces de láser se calientan y así se funden. Por lo tanto, las porciones fundidas en la capa de pasivación 108 se forman como orificios de contacto 116, y las impurezas contenidas en la capa dopante 110 son impulsadas hacia el sustrato 100 para formar así las regiones de campo de superficie posterior 114.

En los procesos, en cada orificio de contacto 116 se puede formar (o el mismo se puede rellenar con) una mezcla de la capa dopante 110 y la capa de pasivación 108. Por consiguiente, puesto que la capa dopante 110 contiene impurezas del mismo tipo que el sustrato semiconductor 100, en cada orificio de contacto, existen porciones mixtas que contienen por lo menos un material de la capa de pasivación 108 e impurezas del mismo tipo que el sustrato de semiconductor 100. También se puede incluir material del electrodo posterior 112, así como el material del sustrato de semiconductor 100.

Adicionalmente, en una forma de realización de la presente invención, cuando los haces de láser se irradian para formar los orificios de contacto 116 y/o las regiones de BSF 114 (y en las regiones de BSF 114), las capas subyacentes, tales como la capa dopante 110, la capa de pasivación 108, la capa de electrodos posteriores 120 y/o porciones del sustrato de semiconductor 100, se funden a medida que se forman los orificios de contacto 116 y/o las regiones de BSF 114, de manera que los orificios de contacto 116 y/o las regiones de BSF 114 se pueden constituir en forma de cráter o una estructura de tipo cráter, y los materiales de las capas subyacentes se pueden trasladar a bordes periféricos de los orificios de contacto 116. Así, la mezcla de las capas subyacentes se puede formar en una posición de borde de cráter de los orificios de contacto 116. De este modo, las regiones de BSF 114 se pueden formar en posiciones de borde de cráter de los orificios de contacto 116, de manera adicional o alternativa a las posiciones mostradas, por ejemplo, en la figura 1.

Adicionalmente, según otra posibilidad, cuando los haces de láser se irradian para formar los orificios de contacto

116 y/o las regiones de BSF 114, los orificios de contacto 116 se pueden formar profundamente para prolongarse en el sustrato de semiconductor 100. En una forma de realización de este tipo, varias estructuras, tales como las regiones de BSF 114, por ejemplo, se pueden convertir en una estructura enterrada en el sustrato de semiconductor 100.

5 La pluralidad de electrodos frontales 106 está conectada a la región de emisor 102 a través de la capa antirreflectante 104. La pluralidad de electrodos frontales 106 están separados entre sí y se prolongan en una dirección predeterminada.

10 Los electrodos frontales 106 captan cargas, por ejemplo, electrones, que se mueven hacia la región de emisor 102.
Los electrodos frontales 106 se realizan preferentemente con al menos un material metálico conductor. Los ejemplos del material metálico conductor pueden ser por lo menos uno seleccionado del grupo consistente en níquel (Ni), cobre (Cu), plata (Ag), aluminio (Al), estaño (Sn), cinc (Zn), indio (In), titanio (Ti), oro (Au), y una combinación de los mismos. Pueden usarse otros materiales metálicos conductores.

15 El electrodo posterior 112 está posicionado sustancialmente sobre la superficie posterior completa del sustrato 100 y está conectado eléctricamente al sustrato 100. El electrodo posterior 112 capta cargas, por ejemplo, huecos, que se mueven hacia el sustrato 100.

20 El electrodo posterior 112 contiene preferentemente Al, aunque puede contener otro material conductor. Los ejemplos del material conductor pueden ser por lo menos uno seleccionado del grupo consistente en Ni, Cu, Ag, Sn, Zn, In, Ti, Au, y una combinación de los mismos. Pueden usarse otros materiales metálicos conductores.

25 En la forma de realización de la presente invención, puesto que la capa dopante 110 de un semiconductor de tipo p puede contener boro (B), cada región de campo de superficie posterior 114 puede ser una región de campo de superficie posterior (B-BSF) que contenga boro (B) y la mezcla puede ser una mezcla (B+Al) de boro (B) y aluminio (Al).

30 La célula solar 1 puede incluir además por lo menos una barra colectora para los electrodos frontales 106. La barra colectora está conectada a la región de emisor 102 y se prolonga en una dirección en intersección con los electrodos frontales 106. La barra colectora capta las cargas captadas por los electrodos frontales 106 y da salida a las cargas captadas hacia un dispositivo externo.

35 Se describirá detalladamente un funcionamiento de la célula solar 1 de la estructura.

Cuando luz irradiada hacia la célula solar 1 incide sobre el sustrato 100 del semiconductor a través de la capa antirreflectante 104 y la región de emisor 102, en el sustrato 100 se genera una pluralidad de pares electrón-hueco debido a la energía lumínica basada en la luz incidente.

40 Además, debido a que sobre la superficie texturizada se ejecutan tanto una operación de incidencia de luz como una operación de reflexión de luz, la absorción de la luz se incrementa, y por lo tanto se mejora la eficacia de la célula solar 1.

45 Adicionalmente, debido a que la capa antirreflectante 104 reduce la pérdida por reflexión de luz incidente sobre el sustrato 100, se incrementa la cantidad de la luz incidente sobre el sustrato 100.

Los pares electrón-hueco se separan por medio de la unión p-n del sustrato 100 y la región de emisor 102, y los electrones separados se mueven hacia la región de emisor 102 del tipo n y los huecos separados se mueven hacia el sustrato 100 del tipo p. Los electrones que se mueven hacia la región de emisor 102 son captados por los electrodos frontales 106 en contacto con las porciones de emisor 102, mientras que los huecos que se mueven hacia el sustrato 100 se desplazan hacia la capa dopante 110 a través de los orificios de contacto 116 y son captados por el electrodo posterior 112 conectado a la capa dopante 110. Cuando los electrodos frontales 106 y el electrodo posterior 112 se conectan con hilos metálicos eléctricos, la corriente fluye en los mismos para habilitar así el uso de la corriente para alimentación eléctrica.

50 En este momento, debido a un efecto por parte de la función de pasivación de la capa de pasivación 108, se reduce la cantidad de cargas que desaparecen cerca de la superficie del sustrato 100, y debido a la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114, se reduce la recombinación de los electrones y huecos, para mejorar así la eficacia de la célula solar 1.

Seguidamente, en referencia a las figuras 2A a 2H, se describe un método según la invención para fabricar la célula solar 1 de la estructura anterior.

65 Las figuras 2A a 2H son vistas en sección que muestran secuencialmente procesos para fabricar la célula solar mostrada en la figura 1.

En un ejemplo comparativo para fabricar la célula solar, cuando se forma una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior local y parcialmente dispersadas en una superficie posterior de un sustrato de silicio cristalino, las regiones de campo de superficie posterior se formaron a través de procesos que eliminan porciones de una capa de pasivación posicionada sobre la superficie posterior del sustrato para dejar al descubierto porciones del sustrato, difundiendo impurezas hacia el sustrato que queda al descubierto, a través de las porciones, en las cuales se elimina la capa de pasivación, con el fin de formar las regiones de campo de superficie posterior, y formando un electrodo posterior conectado eléctricamente a las regiones de campo de superficie posterior.

Tal como se muestra en la figura 2A, una superficie frontal de un sustrato de semiconductor de tipo p 100 dopado con impurezas de un tipo p se texturiza para formar una superficie texturizada, que es una superficie irregular.

La superficie texturizada se puede formar mediante un método de ataque químico en húmedo, un método de ataque químico en seco tal como un método RIE (ataque iónico reactivo), o un proceso de irradiación por haz de láser, etcétera.

En una forma de realización alternativa, una parte posterior del sustrato 100 se puede aplanar o texturizar para incrementar la cantidad de luz incidente sobre el sustrato 100. En este momento, la superficie posterior del sustrato 100 se puede tratar mediante el método de ataque químico en húmedo o el método de ataque químico en seco.

Tal como se muestra en la figura 2B, una región de emisor 102 se forma dopando impurezas de un tipo n en el sustrato de semiconductor de tipo p 100. En este momento, sobre el sustrato 100 se puede aplicar un proceso térmico de alta temperatura en un entorno que contenga un material (por ejemplo, PH_3 o POCl_3) que incluya una impureza de un elemento del grupo V, tal como P, As, y Sb, con el fin de difundir la impureza del elemento del grupo V en el sustrato 100, y para formar así una capa de emisor 102 sobre la superficie completa del sustrato 100.

Seguidamente, en referencia a la figura 2C, una porción de la superficie posterior del sustrato 100 se elimina por medio del método de ataque en húmedo, o el método de ataque en seco, etcétera, para eliminar la región de emisor 102 formada en la superficie posterior del sustrato 100.

Seguidamente, en referencia a la figura 2D, se forma una capa antirreflectante 104 sobre la región de emisor 102 posicionada en la superficie frontal del sustrato 100, y se forma una capa de pasivación 108 sobre la superficie posterior del sustrato 100.

En este momento, la capa de pasivación 108 se puede formar por medio de un óxido térmico, tal como óxido de silicio (SiO_2) generado mediante un proceso de RTO (oxidación térmica rápida), el cual se ejecuta en un horno para RTP (proceso térmico rápido). Además, la capa de pasivación 108 se puede formar mediante un método de bombardeo iónico usando óxido de silicio (SiO_2) como blanco o se puede formar mediante un método de CVD (deposición química de vapor). La capa de pasivación 108 se puede realizar con óxido de silicio (SiOx), nitruro de silicio (SiNx), u oxinitruro de silicio (SiOxNy).

Seguidamente, tal como se muestra en la figura 2E, sobre la capa de pasivación 108 se forma una capa dopante 110. En esta forma de realización, debido a que, como impurezas para el tipo p, se usa boro (B), la capa dopante 110 es una capa de boro que contiene boro (B). No obstante, la capa dopante 110 se puede formar usando otros materiales.

En la forma de realización, la capa dopante 110 se puede formar mediante un método de formación pelicular tal como un método de impresión directa, un método de dopaje por pulverización, un método de dopaje por giro, o un método de dopaje con pasta usando un método de impresión por serigrafía y mediante un proceso térmico a baja temperatura.

En referencia a la figura 2F, a la capa dopante 110 se le confiere un patrón de láser mediante haces de láser irradiados sobre porciones de la superficie posterior del sustrato 100 para formar un patrón de láser en la capa dopante 110. En este momento, porciones de superficie (es decir, el patrón de láser) de la capa dopante 110 sobre las cuales se irradian los haces de láser se rebajan.

Tal como se ha descrito anteriormente, cuando los haces de láser se irradian sobre las porciones de la capa dopante 110, las porciones de la capa dopante 110 son calentadas por los haces de láser. Así, las porciones de la capa dopante 110 y las porciones de la capa de pasivación subyacente 108 se funden, de manera que, en la capa de pasivación 108, se forma una pluralidad de orificios de contacto 116.

Es decir, los materiales de la capa dopante 110 y la capa de pasivación 108 se mezclan, y de este modo se forman los orificios de contacto 116 en los cuales las porciones de la capa dopante 110 se conectan eléctricamente al sustrato 100. En este momento, en los orificios de contacto 116 se puede generar (y/o los mismos se pueden rellenar con) una mezcla mediante el mezclado de materiales de la capa dopante 110 y la capa de pasivación 108.

Adicionalmente, cuando se irradian los haces de láser, las impurezas de tipo p existentes en la capa dopante 110 son impulsadas al sustrato 100 a través de los orificios de contacto 116. De este modo, en porciones del sustrato 100 las cuales están en contacto con los orificios de contacto 116 se forma una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114. Es decir, la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114 se forma de manera parcial o selectiva en el sustrato 100. Cada una de las regiones de campo de superficie posterior 114 tiene una concentración de impurezas más fuertemente dopada que la del sustrato 100.

No obstante, en una forma de realización alternativa, cuando la capa de pasivación 108 incluye una pluralidad de aberturas en posiciones correspondientes a las posiciones de formación de las regiones de campo de superficie posterior 114, después de la formación de la capa de pasivación 108, las aberturas se forman en las posiciones correspondientes de la capa de pasivación 108 usando haces de láser, una fotolitografía, o una pasta de ataque químico, etcétera, una capa dopante 110 se forma sobre la capa de pasivación y el sustrato 100 que queda al descubierto a través de las aberturas, y a continuación, según se ha descrito en referencia a la figura 2F, irradiando haces de láser sobre porciones de la capa dopante 110 para impulsar las impurezas de la capa dopante 110 hacia el sustrato 100, en el sustrato 100 se forma una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114. En este momento, las posiciones de irradiación de los haces de láser pueden casi concordar con las posiciones de las aberturas formadas en la capa de pasivación 108.

Las condiciones de irradiación (las características de irradiación) de los haces de láser están especialmente limitadas, aunque se prefiere que los haces de láser se irradian con energía de condiciones que no hagan variar las características del sustrato 100 en un periodo de tiempo muy corto.

Por ejemplo, una anchura de impulso de los haces de láser puede estar entre aproximadamente 10 femtosegundos y aproximadamente 50 nanosegundos. Así, cuando se da salida a la anchura de los impulsos de los haces de láser en el orden de los femtosegundos o nanosegundos, el tiempo de irradiación de los haces de láser es muy corto y por lo tanto se evita o reduce el daño térmico de la capa dopante 108 y/o el sustrato 100.

Para impulsar impurezas de un tipo p hacia el sustrato con el fin de formar las regiones de campo de superficie posterior en la célula solar, en un ejemplo comparativo, después de conferir un patrón a una película de impurezas sobre la superficie posterior del sustrato usando una fuente de líquido que contiene las impurezas tales como boro (B), se aplica un proceso térmico en el sustrato a una temperatura elevada de aproximadamente entre 900 °C y 1.050 °C, para impulsar impurezas hacia el sustrato. Así, debido al proceso térmico de alta temperatura para la difusión de impurezas, el sustrato se deteriora o tiene posibilidades de deteriorarse.

No obstante, en el caso de la forma de realización, la capa dopante 110 se forma como una película usando el proceso de formación pelicular realizado a baja temperatura, y a continuación las impurezas de la capa dopante 110 se dopan en las posiciones correspondientes del sustrato 100 irradiando de manera parcial o selectiva los haces de láser, para formar las regiones de campo de superficie posterior 114. Así, no resulta necesario realizar el proceso térmico de alta temperatura para el sustrato completo con el fin de impulsar las impurezas en el sustrato. Por consiguiente, se evita o reduce el deterioro del sustrato 100 debido al proceso térmico de alta temperatura.

Seguidamente, tal como se muestra en la figura 2G, sobre la capa antirreflectante 104 se imprime (o proporciona) una pasta de electrodo frontal 1060 y la misma se seca, y, tal como se muestra en la figura 2H, sobre la capa dopante 110 se imprime (o proporciona) una pasta de electrodo posterior 1120 y la misma se seca.

La pasta de electrodo frontal 1060 es una pasta de Ag que incluye Ag, y la pasta de electrodo posterior 1120 es una pasta de Al que incluye Al o una pasta de Al-Ag que incluye Al y Ag, aunque no de forma necesaria, y no se limitan a las pastas 1060 y 1120.

El orden de impresión de los patrones de los electrodos frontales y posteriores 1060 y 1120 se puede cambiar, y las pastas 1060 y 1120 se pueden imprimir mediante un método de impresión por serigrafía, etcétera.

Seguidamente, sobre el sustrato 100 se aplica un proceso térmico con los patrones de electrodos frontales y posteriores 1060 y 1120 para formar una pluralidad de electrodos frontales 106 en contacto con la región de emisor 102 penetrando en la capa antirreflectante 104, y un electrodo posterior 112 en contacto parcial o selectivo con el sustrato 100 en las regiones de campo de superficie posterior 114. En este momento, con el proceso térmico, los electrodos frontales 106 y el electrodo posterior 112 se acoplan químicamente con otras capas que están en contacto con ellos, para reducir las resistencias de contacto. Así, se mejora el movimiento de cargas entre los electrodos 106 y 112 y la región de emisor 102 y el sustrato 100.

Seguidamente, se realiza un proceso de aislamiento de bordes para eliminar la región de emisor 102 posicionada en los laterales del sustrato 100. Por consiguiente, se completa una célula solar 1 según se muestra en la figura 1.

El tiempo de ejecución del proceso de aislamiento de bordes se puede cambiar.

En este momento, en un ejemplo alternativo, la célula solar 1 mostrada en la figura 1 y fabricada mediante los

procesos de las figuras 2a a 2H presenta la estructura mostrada en la figura 3.

Tal como se muestra en la figura 3, la célula solar 1 no incluye una pluralidad de porciones rebajadas que están rebajadas hacia el sustrato 100.

Es decir, tal como ya se ha descrito en referencia a la figura 2F, en la formación del patrón de láser mediante la irradiación parcial de los haces de láser sobre la capa dopante 110, las porciones rebajadas generadas mediante la irradiación de los haces de láser se convierten en porciones planas debido a que la cantidad de rebaje de la capa dopante 110 es pequeña o las porciones rebajadas se aplanan durante la formación del electrodo posterior 112 para quedar lisas. Por lo tanto, una superficie de la capa dopante 110 se aplanan de manera que presenta la superficie plana mostrada en la figura 3.

Seguidamente, en referencia a la figura 4, se describirá otro ejemplo de la célula solar según una forma de realización de la presente invención.

En comparación con la figura 1, los elementos estructurales que tienen las mismas funciones y estructuras que las ilustradas en la figura 1 se designan con las mismas referencias numéricas, y se puede realizar brevemente una descripción adicional o la misma se puede omitir en su totalidad.

Una célula solar 1a mostrada en la figura 4 tiene la estructura similar a la de la célula solar 1 de la figura 1.

Es decir, la célula solar 1a incluye un sustrato 100, una región de emisor 102 posicionada formando una unión p-n con el sustrato 100, una capa antirreflectante 104 sobre la región de emisor 102, una pluralidad de electrodos frontales 106 conectados a la región de emisor 102, una capa de pasivación 108 posicionada sobre una superficie posterior del sustrato 100, una capa dopante 110a posicionada sobre la capa de pasivación 108 y conectada al sustrato 100 a través de una pluralidad de orificios de contacto 116, un electrodo posterior 112a posicionado sobre la capa dopante 110a, y una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114 posicionadas entre el sustrato 100 y la capa dopante 110a.

No obstante, a diferencia de la célula solar 1 de la figura 1, en la célula solar 1a, la posición de formación de la capa dopante 110a sobre la capa de pasivación 108 es diferente a la de la capa dopante 110 de la célula solar 1.

Es decir, la capa dopante 110a incluye una pluralidad de porciones dopantes 1110 posicionadas de manera parcial o selectiva sobre la capa de pasivación 108, en lugar del posicionamiento sobre la capa de pasivación sustancialmente completa 108, y separadas entre sí. En este momento, la posición de formación de cada una de las porciones dopantes 1110 se corresponde con la de cada región de campo de superficie posterior 114. Es decir, la pluralidad de porciones dopantes 1110 se puede formar localmente.

Tal como se ha descrito anteriormente, los orificios de contacto 116 para la conexión del sustrato 100 y la capa dopante 110a son una pluralidad de aberturas formadas en la capa de pasivación 108 ó porciones realizadas (o rellenas) con una mezcla combinada con materiales de la capa de pasivación 108 y la capa dopante 110a.

Adicionalmente, puesto que el electrodo posterior 112a está posicionado solamente sobre la capa dopante 110a, el electrodo posterior 112a incluye también una pluralidad de porciones de electrodo posterior 1112. Cada una de las porciones de electrodo posterior 1112 está posicionada solamente sobre cada porción dopante 1110, no posicionada sobre la capa de pasivación sustancialmente completa 108. Es decir, la pluralidad de porciones de electrodo posterior 1112 se puede formar localmente.

Excepto porque después de formar de manera parcial o selectiva la capa dopante 110a sobre la capa de pasivación 108, el electrodo posterior 112a que presenta las porciones de electrodo posterior 1112 se forma únicamente sobre la capa dopante 110a, el método para fabricar la célula solar 1a es igual al método descrito en referencia a las figuras 2A a 2H. Así, se omite el método detallado para fabricar la célula solar 1a.

Según se ha descrito en referencia a la figura 3, en el caso de la célula solar de la figura 4, cuando se forma el patrón de láser mediante la irradiación de los haces de láser sobre cada una de las porciones dopantes 1110 de la capa dopante 110a, las porciones rebajadas generadas por la irradiación de los haces de láser se convierten en porciones planas cuando la cantidad rebajada de las porciones dopantes 1110 es pequeña o las porciones rebajadas se aplanan durante la formación del electrodo posterior 1112 a aplanar. De este modo, las superficies de las porciones dopantes 1110 se aplanan, de manera que presentan la superficie plana mostrada en la figura 5.

Tal como se ha descrito anteriormente, puesto que no es necesario realizar el proceso térmico de alta temperatura para formar las regiones de campo de superficie posterior 114, se evita o reduce el deterioro del sustrato 100 debido al proceso térmico de alta temperatura. Adicionalmente, se reduce el área de formación de la capa dopante 110a y el electrodo posterior 112a, para reducir los costes de fabricación de la célula solar 1a.

Seguidamente, en referencia a la figura 6, se describirá otro ejemplo de una célula solar de acuerdo con una forma

de realización de la presente invención.

En comparación con la figura 4, excepto porque sobre la superficie posterior sustancialmente completa del sustrato 100 se ha posicionado un electrodo posterior 112, una célula solar 1b mostrada en la figura 6 presenta la misma estructura que la célula solar 1a de la figura 4. Es decir, el electrodo posterior 112 de la célula solar 1b está posicionado sobre una pluralidad de porciones dopantes 1110 y porciones dejadas al descubierto de la capa de pasivación 108. Así, debido a que se incrementa el área del electrodo posterior 112 en contacto con las porciones dopantes 1110, se mejora la eficacia de transmisión de las cargas.

Tal como se ha descrito, cada una de las porciones dopantes 1110 puede tener una superficie plana en lugar de una superficie rebajada incluso aunque los haces de láser se irradian sobre superficies de las porciones dopantes 1110.

Excepto porque después de formar de manera parcial o selectiva la capa dopante 110a sobre la capa de pasivación 108, el electrodo posterior 112 se forma sobre la superficie posterior completa del sustrato 100, el método para fabricar la célula solar 1b es igual al método descrito en referencia a las figuras 2A a 2H. Por lo tanto, se omite el método detallado para fabricar la célula solar 1b.

Seguidamente, en referencia a la figuras 7 a 10, se describirán otras células solares.

En comparación con las figuras 1 a 6, los elementos estructurales que presentan las mismas funciones y estructuras que los ilustrados en las figuras 1 a 6 se designan con las mismas referencias numéricas, y se puede realizar brevemente una descripción adicional o la misma se puede omitir en su totalidad.

La figura 7 es una vista en sección transversal, parcial, de un ejemplo de una célula solar no cubierta por las reivindicaciones, y las figuras 8A y 8B son vistas en sección que muestran porciones de procesos para fabricar la célula solar mostrada en la figura 7. Las figuras 9 y 10 son vistas en sección transversal, parciales, de otros ejemplos de una célula solar según otra forma de realización de la presente invención.

De manera similar a la célula solar 1 de la figura 1, una célula solar 11 mostrada en la figura 7 incluye un sustrato 100, una región de emisor 102 posicionada formando una unión p-n con el sustrato 100, una capa antirreflectante 104 sobre la región de emisor 102, una pluralidad de electrones frontales 106 conectados a la región de emisor 102, una capa de pasivación 108 posicionada sobre una superficie posterior del sustrato 100, una capa dopante 110 posicionada sobre la superficie completa de la capa de pasivación 108 y conectada al sustrato 100 a través de una pluralidad de orificios de contacto 116c, un electrodo posterior 112c posicionado sobre la superficie completa de la capa dopante 110, y una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114 posicionadas entre el sustrato 100 y la capa dopante 110.

No obstante, en la célula solar 11, el electrodo posterior 112c y la capa dopante subyacente 110 tienen una pluralidad de porciones rebajadas, y las posiciones de las porciones rebajadas se corresponden con porciones de las regiones de campo de superficie posterior 114. Así, una superficie de los electrodos posteriores 112c que queda encarada al exterior tiene porciones planas y porciones rebajadas.

En este momento, cada orificio de contacto 116c se puede realizar (y/o rellenar) con una mezcla combinada con materiales de la capa dopante 110 y el electrodo posterior 112c o una mezcla combinada con materiales de la capa de pasivación 108 así como la capa dopante 110 y el electrodo posterior 112c. En el primer caso, la capa de pasivación 108 incluye una pluralidad de aberturas correspondientes a posiciones de formación de las regiones de campo de superficie posterior 114, mientras que en el segundo caso, la capa de pasivación no incluye las aberturas, sino que los orificios de contacto se forman mediante la irradiación de haces de láser, etcétera.

Así, la célula solar 11 incluye porciones posicionadas en el orden de la región de campo de superficie posterior 114, la mezcla 116c, y el electrodo posterior 112, y porciones posicionadas en el orden de la capa de pasivación 108, la capa dopante 110, y el electrodo posterior 112 desde la superficie posterior del sustrato 100 al exterior.

Además, la célula solar 11 puede incluir además porciones fundidas y mezcladas con un dopante de la capa dopante 110 y silicio (Si) del sustrato 100 en interfases entre el sustrato 100 y las regiones de campo de superficie posterior 114.

Se describirá un método para fabricar la célula solar 11 en referencia a las figuras 8A y 8B así como a las figuras 2A a 2E y 2G a 2H.

Las figuras 8A y 8B son vistas en sección que muestran porciones de procesos para fabricar la célula solar mostrada en la figura 7.

Tal como se ha descrito anteriormente en referencia a las figuras 2A a 2E, después de la texturización de una superficie del sustrato 110 para formar una superficie texturizada, se forman secuencialmente sobre una superficie frontal del sustrato una región de emisor 102 y una capa antirreflectante 104, y se forman secuencialmente sobre

una superficie posterior del sustrato 100 una capa de pasivación 108 y una capa dopante 110.

Seguidamente, tal como se ha descrito en referencia a las figuras 2G y 2H, se imprime parcialmente una pasta de electrodo frontal 1060 y la misma se seca sobre la capa antirreflectante 104, y se imprime una pasta de electrodo posterior 1120 y la misma se seca sobre la superficie casi completa de la capa dopante 110 (figura 8A).

Tal como se muestra en la figura 8B, una pluralidad de orificios de contacto 116c y una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114 se forman irradiando haces de láser sobre porciones de la pasta de electrodo posterior 1120. En este momento, los orificios de contacto 116c y las regiones de campo de superficie posterior 114 se forman en porciones en las cuales se forma un patrón de láser por medio de la irradiación de haces de láser. Así, las porciones de la pasta de electrodo posterior 1120 sobre las cuales se irradian los haces de láser presentan porciones rebajadas, respectivamente, y las porciones de la capa dopante 110 que subyacen tras las porciones de la pasta de electrodo posterior 1120 también presentan porciones rebajadas, respectivamente.

No obstante, tal como ya se ha descrito, cuando se forma el patrón de láser irradiando los haces de láser sobre las porciones de la pasta de electrodo posterior 1120, las porciones rebajadas generadas por la irradiación de haces de láser se pueden convertir en porciones planas cuando la cantidad rebajada de la capa dopante 110 es pequeña o las porciones rebajadas se aplanan durante la formación del electrodo posterior 112 para quedar aplanadas. Así, a diferencia de la figura 7, el electrodo posterior 112c puede incluir las porciones rebajadas, mientras que la capa dopante 110 no necesita incluir las porciones rebajadas.

Así, cuando los haces de láser se irradian sobre las porciones de la pasta de electrodo posterior 1120, en las porciones de la pasta de electrodo posterior 1120 se aplica calor debido a los haces de láser, y a continuación las porciones de la capa dopante 110 y la capa de pasivación 108 que están posicionadas por debajo de las porciones de la pasta de electrodo posterior 1120 se funden. De este modo, los materiales de la pasta de electrodo posterior 1120, la capa dopante 110 y la capa de pasivación 108 se mezclan para formar una pluralidad de orificios de contacto 116c, en los cuales el sustrato 100 y las porciones de la capa dopante 110 se conectan eléctricamente. En este momento, cada uno de los orificios de contacto 116c se realiza (o rellena) con una mezcla combinada con los materiales de la pasta de electrodo posterior 1120, la capa dopante 110, y la capa de pasivación 108.

Adicionalmente, mediante la irradiación de haces de láser, impurezas de un tipo p que están contenidas en la capa dopante 110 son impulsadas al sustrato 100 a través de los orificios de contacto 116c. Así, las regiones de campo de superficie posterior 114 se forman en porciones de la pluralidad de orificios de contacto 116c que están en contacto con el sustrato 100. Las regiones de campo de superficie posterior 114 tienen una concentración mayor que la del sustrato 100.

Tal como se ha descrito anteriormente, las posiciones de irradiación de los haces de láser se corresponden con las posiciones de formación de las regiones de campo de superficie posterior 114.

Las condiciones de irradiación (las características de irradiación) de los haces de láser están especialmente limitadas.

En un ejemplo alternativo, cuando la capa de pasivación 108 incluye una pluralidad de aberturas en posiciones correspondientes a posiciones de formación de las regiones de campo de superficie posterior 114, después de la formación de la capa de pasivación 108, las aberturas se forman en las posiciones correspondientes de la capa de pasivación 108, sobre la pasivación y el sustrato 100 que queda al descubierto a través de las aberturas de la capa de pasivación 108 se forman una capa dopante 110 y una pasta de electrodo posterior 1120, y a continuación, irradiando haces de láser sobre porciones de la pasta de electrodo posterior 1120 para impulsar las impurezas de la capa dopante 110 en el sustrato 100, se forma la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114 en el sustrato 100. En este momento, las posiciones de irradiación de los haces de láser pueden casi concordar con las posiciones de las aberturas formadas en la capa de pasivación 108. Adicionalmente, puesto que la capa dopante 110 está conectada al sustrato 100 a través de las aberturas, cada abertura funciona como un orificio de contacto y cada orificio de contacto (cada abertura) se rellena principalmente con una mezcla combinada con materiales de la pasta de electrodo posterior 1120 y la capa dopante 110.

A continuación, tal como se ha descrito, cuando se aplica un proceso térmico sobre el sustrato 100 con la pasta de electrodo frontal 1060 y la pasta de electrodo posterior 1120, la pasta de electrodo frontal 1060 penetra en la capa antirreflectante 104 para formar una pluralidad de electrodos frontales 106 en contacto con la región de emisor 102, y la pasta de electrodo posterior 1120 se forma como un electrodo posterior 112c conectado eléctricamente al sustrato 100. Así, se completa la célula solar 11 (figura 7).

Para formar las regiones de campo de superficie posterior 114, debido a que, en lugar de los procesos de la formación del patrón con la fuente de líquido que contiene dopantes (impurezas) de un tipo de conductor de deseado sobre la superficie posterior del sustrato y la difusión de los dopantes en el sustrato mediante el proceso térmico de alta temperatura, el calentamiento para las regiones de campo de superficie posterior 114 se realiza parcialmente radiando los haces de láser únicamente sobre porciones deseadas, se evita o reduce el deterioro del sustrato 100

debido al proceso térmico.

En referencia a la figura 9, se describirá otro ejemplo de otra forma de realización de la presente invención.

5 La figura 9 es una vista en sección transversal, parcial, de otro ejemplo de una célula solar de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención.

10 En comparación con la figura 7, en una célula solar 11a de la figura 9, en lugar de la capa dopante 110 que está posicionada sobre la superficie trasera completa del sustrato 100, una capa dopante 110c incluye una pluralidad de porciones dopantes 1111 y las porciones dopantes 1111 están posicionadas en posiciones en las que se posiciona una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114. Un electrodo posterior 112d incluye también una pluralidad de porciones de electrodo posterior 1122 en las que se posicionan, respectivamente, las porciones de campo de superficie posterior 1122. Así, en el ejemplo, el número de porciones dopantes 1111 y porciones de electrodo posterior 1122 es diverso.

15 De manera similar a la figura 7, en el electrodo posterior 112d y la capa dopante 110c, las superficies hacia el exterior incluyen una pluralidad de porciones rebajadas, respectivamente, y la capa dopante 110c está en contacto con el sustrato 100 a través de los orificios de contacto 116c. Tal como se ha descrito, cada orificio de contacto 116c se puede realizar (y/o rellenar) con una mezcla combinada con materiales de la capa dopante 110c y el electrodo posterior 112d o una mezcla combinada con materiales de la capa de pasivación 108 así como la capa dopante 110c y el electrodo posterior 112d.

20 Excepto por la descripción anterior, la estructura de la célula solar 11a es igual que la de la célula solar 11 de la figura 4, y por lo tanto se omite la descripción detallada de los mismos elementos.

25 Excepto porque después de formar de manera parcial o selectiva la capa dopante 110c sobre la capa de pasivación 108, el electrodo posterior 112c se forma únicamente sobre la capa dopante 110c, el método para fabricar la célula solar 11a es igual al método descrito en referencia a las figuras 2A a 2H y las figuras 8A y 8B. Por tanto, se omite el método detallado para fabricar la célula solar 11a.

30 Tal como se ha descrito, cada una de las porciones dopantes 1111 de la capa dopante 110c tiene una superficie plana sin la porción rebajada.

35 En la célula solar 11a, puesto que no es necesario realizar el proceso térmico de alta temperatura para formar las regiones de campo de superficie posterior 114, se evita o reduce el deterioro del sustrato 100. Adicionalmente, se reduce el área de formación de la capa dopante 110c y el electrodo posterior 112c, para reducir los costes de fabricación de la célula solar 11a.

40 Seguidamente, se describirá en referencia a la figura 10 otro ejemplo adicional de la célula solar de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención.

En comparación con la figura 6, una célula solar 11b de la figura 10 presenta la misma estructura que la de la célula solar 11b, excepto que un electrodo posterior 112c incluye una pluralidad de porciones rebajadas.

45 A diferencia de la figura 6, para fabricar la célula solar 11b, según se ha descrito en referencia a las figuras 8A y 8B, se imprime una pasta para el electrodo posterior 112c y la misma se seca sobre una superficie posterior de un sustrato 100, y a continuación se irradian haces de láser sobre la superficie posterior del sustrato 100 para formar una pluralidad de orificios de contacto 116c y una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior 114. Los procesos restantes para fabricar la célula solar 11b son iguales a la descripción expuesta detalladamente en referencia a la figura 6.

50

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de una célula solar (1), que comprende:

- 5 formar una región de emisor (102) sobre la totalidad de una primera superficie de un sustrato de semiconductor (100) de un primer tipo de conductividad, presentando la región de emisor (102) un segundo tipo de conductividad opuesto al primer tipo de conductividad con el fin de formar una unión p-n con el sustrato de semiconductor (100), y siendo la primera superficie una superficie sobre la cual incide una luz solar;
- 10 formar una capa de pasivación (108) sobre una segunda superficie opuesta a la primera superficie del sustrato de semiconductor (100);
formar una capa dopante (110) que contiene impurezas del primer tipo de conductividad sobre la capa de pasivación (108);
- 15 formar localmente una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior (114) en el sustrato de semiconductor (100);
- 20 formar un primer electrodo (106) posicionado en la primera superficie del sustrato de semiconductor (100) y conectado a la región de emisor (102); y
formar un segundo electrodo (112) sobre la capa dopante (110) para conectarse al sustrato de semiconductor (100),
- 25 caracterizado porque
la formación local de una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior (114) en el sustrato de semiconductor (100) se lleva a cabo irradiando haces de láser directamente sobre la capa dopante (110) para difundir las impurezas del primer tipo de conductividad de la capa dopante (110) en el sustrato de semiconductor (100); y
la formación de un segundo electrodo (112) sobre la capa dopante (110) se realiza después de la formación local de una pluralidad de regiones de campo de superficie posterior (114) en el sustrato de semiconductor (100), estando conectado el segundo electrodo (112) al sustrato de semiconductor (100) a través de la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior (114).
- 35
2. Método según la reivindicación 1, que comprende además formar una capa antirreflectante (104) sobre la región de emisor (102).
- 40
3. Método según la reivindicación 2, en el que la formación de un primer electrodo (106) y un segundo electrodo (112) comprende:
proporcionar una primera pasta de electrodo (1060) sobre la capa antirreflectante (104);
- 45 proporcionar una segunda pasta de electrodo (1120) sobre la capa dopante (110); y
calentar el sustrato de semiconductor (100) con la primera pasta de electrodo (1060) y la segunda pasta de electrodo (1120).
- 50
4. Método según la reivindicación 1, que comprende además formar una pluralidad de aberturas (116) en la capa de pasivación (108).
5. Método para fabricar una célula solar según la reivindicación 1, en el que dicha capa dopante (110a) está formada como una pluralidad de porciones dopantes (1110), el segundo electrodo (112, 112a) está posicionado en la segunda superficie sobre la pluralidad de porciones dopantes (1110), y en el que las posiciones de formación de la pluralidad de porciones dopantes se corresponde con posiciones de formación de la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior (114).
- 55
6. Método según la reivindicación 5, en el que la pluralidad de porciones dopantes tiene una superficie con una pluralidad de primeras porciones rebajadas.
- 60
7. Método según la reivindicación 6, en el que la pluralidad de primeras porciones rebajadas se corresponde con posiciones de formación de la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior (114), respectivamente.
- 65
8. Método según la reivindicación 7, en el que el segundo electrodo (112, 112a) tiene una superficie con una pluralidad de segundas porciones rebajadas.

9. Método según la reivindicación 8, en el que la pluralidad de segundas porciones rebajadas se corresponde con posiciones de la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior (114), respectivamente.
- 5 10. Método según la reivindicación 5, que comprende además formar una pluralidad de orificios de contacto (116) posicionados en correspondencia con la pluralidad de regiones de campo de superficie posterior (114) en el sustrato de semiconductor (100); y conectar eléctricamente el segundo electrodo (112, 112a) al sustrato de semiconductor (100) a través de la pluralidad de orificios de contacto (116).

FIG. 1

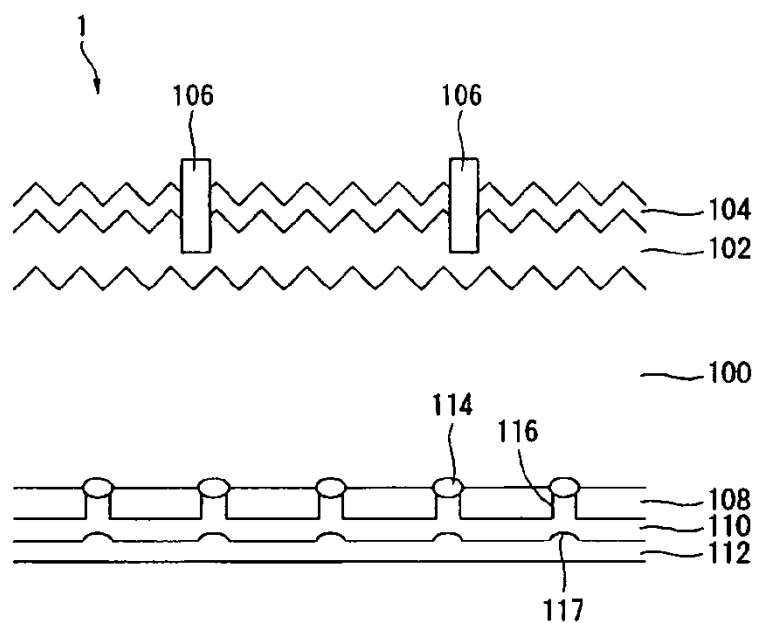


FIG. 2A

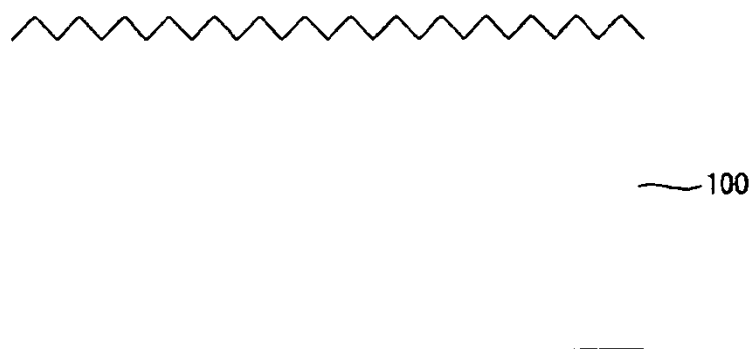


FIG. 2B

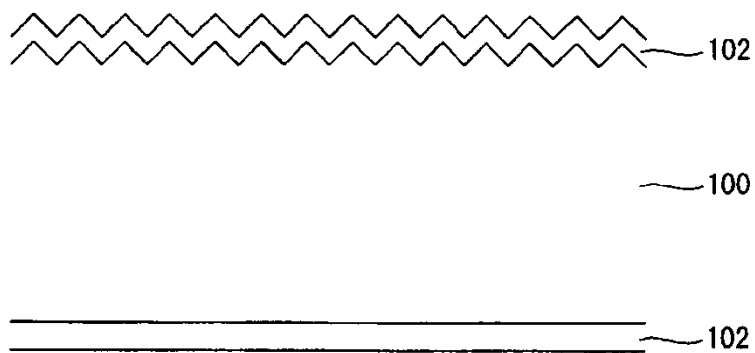


FIG. 2C

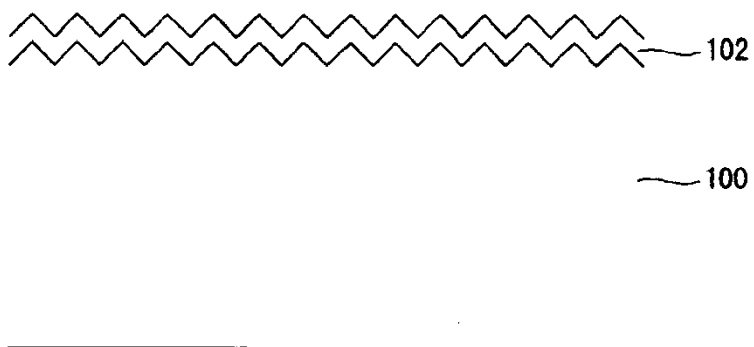


FIG. 2D

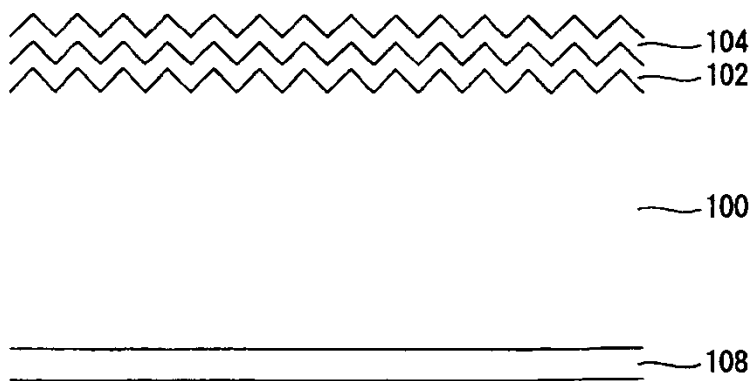


FIG. 2E

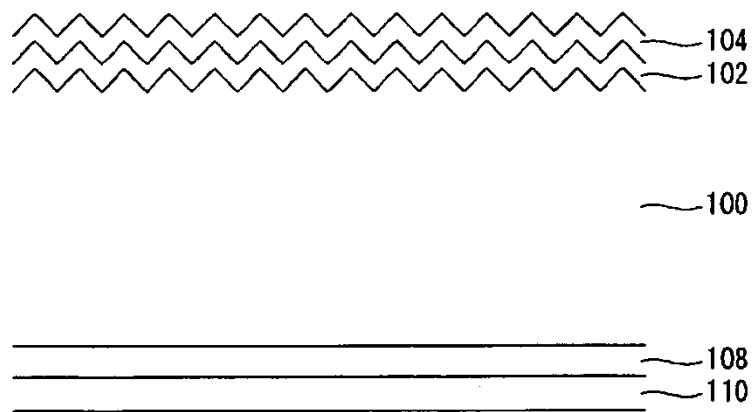


FIG. 2F

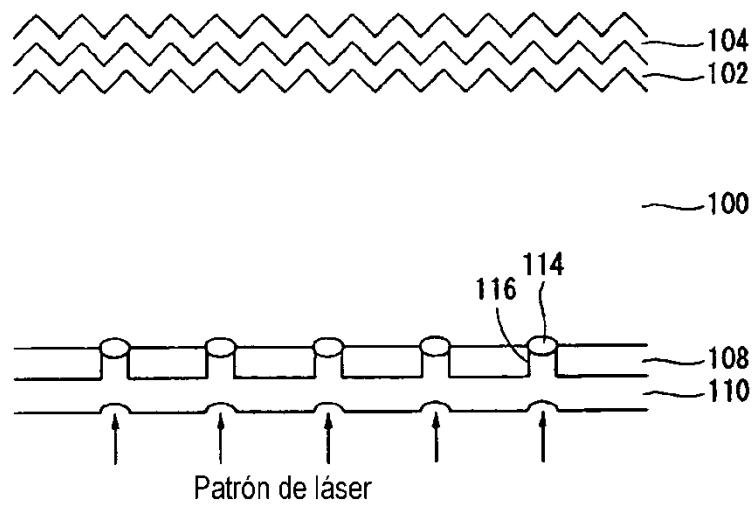


FIG. 2G

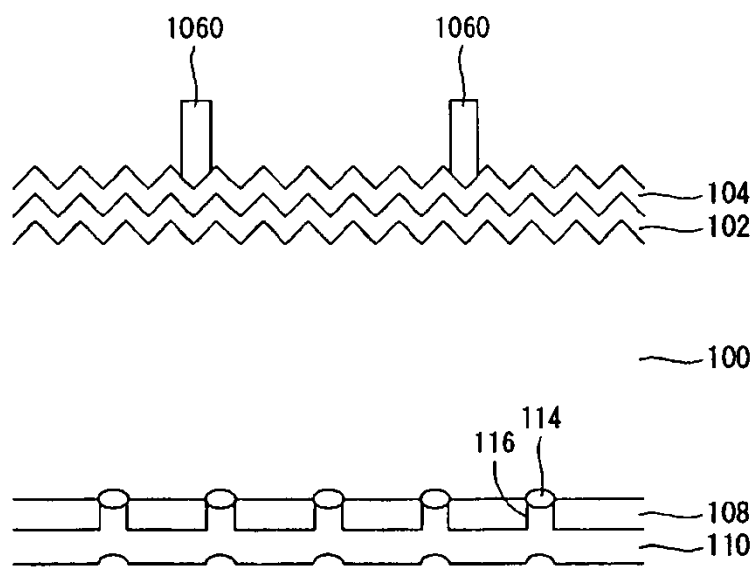


FIG. 2H

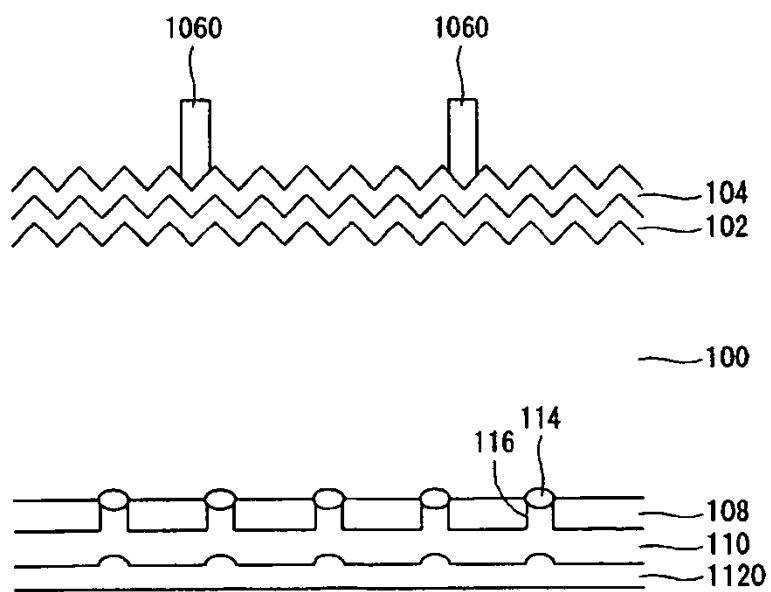


FIG. 3

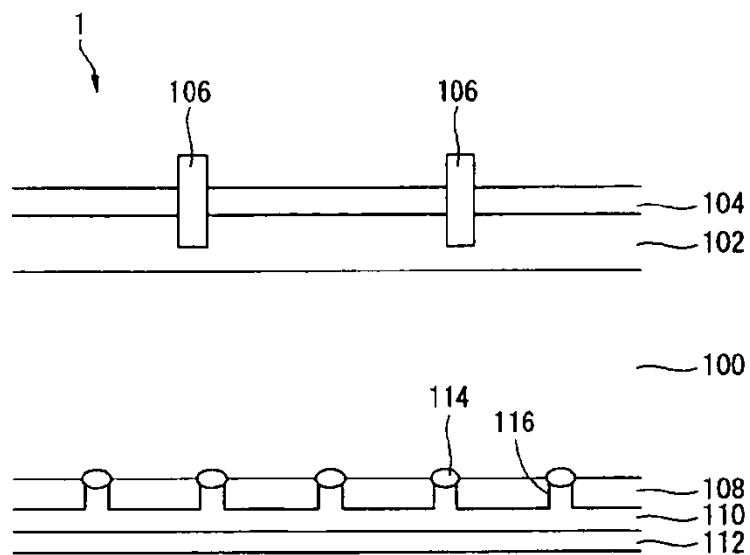


FIG. 4

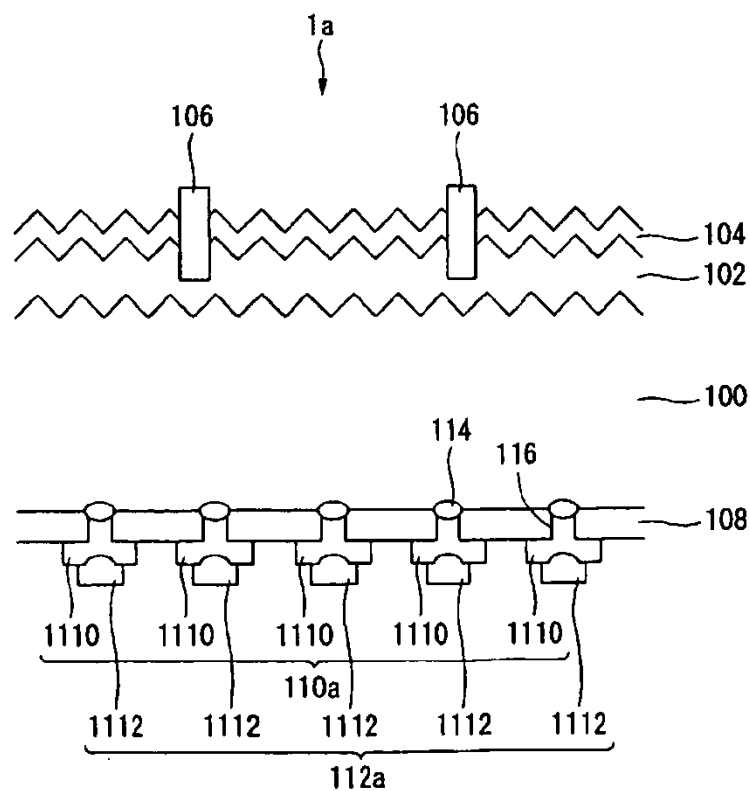


FIG. 5

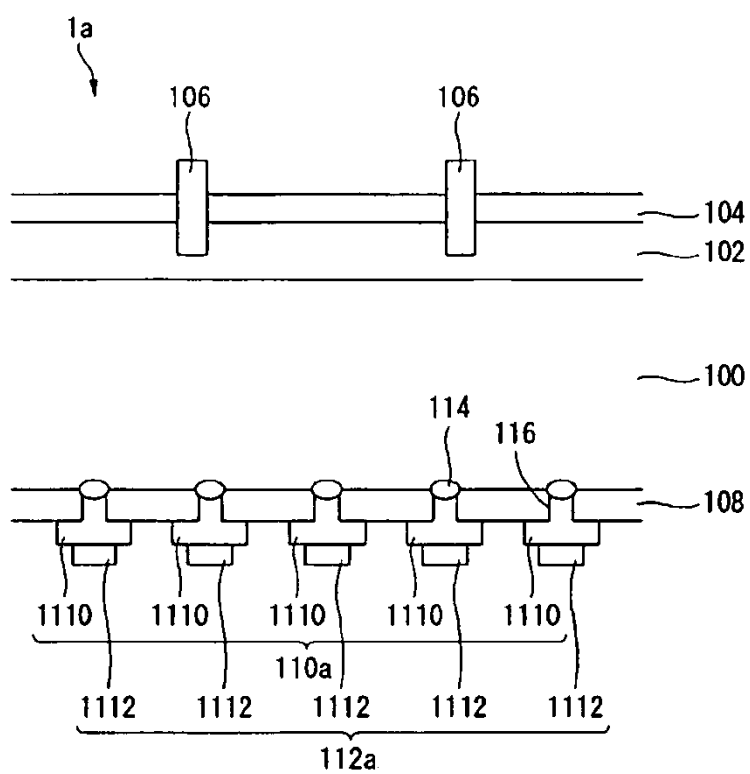


FIG. 6

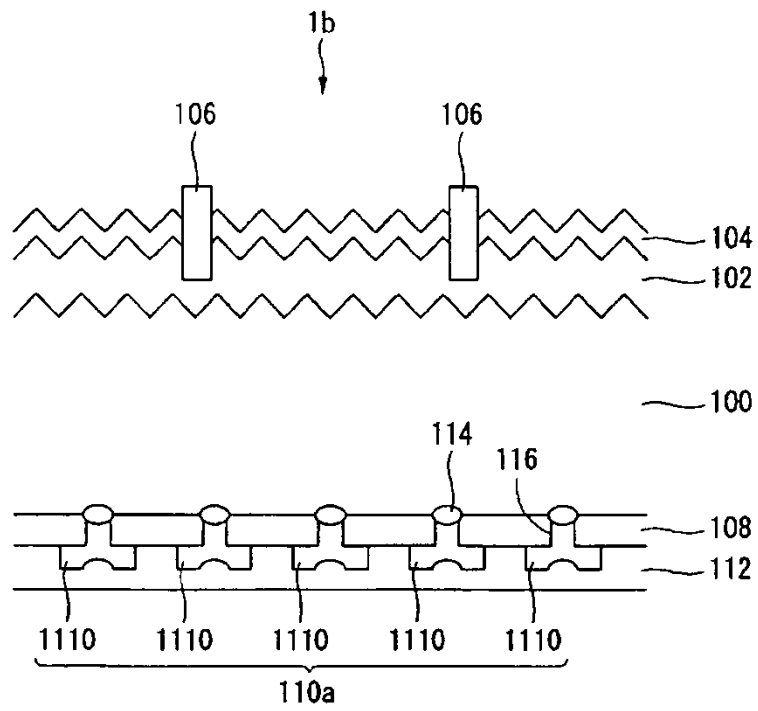


FIG. 7

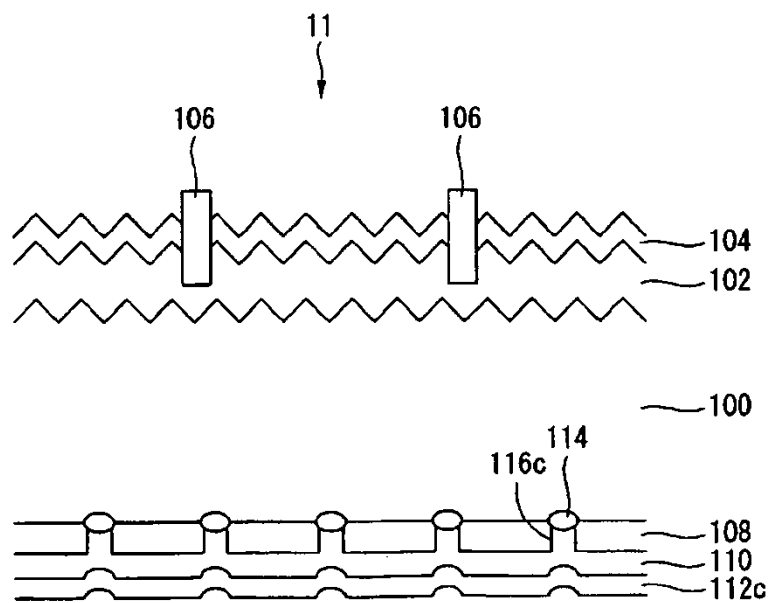


FIG. 8A

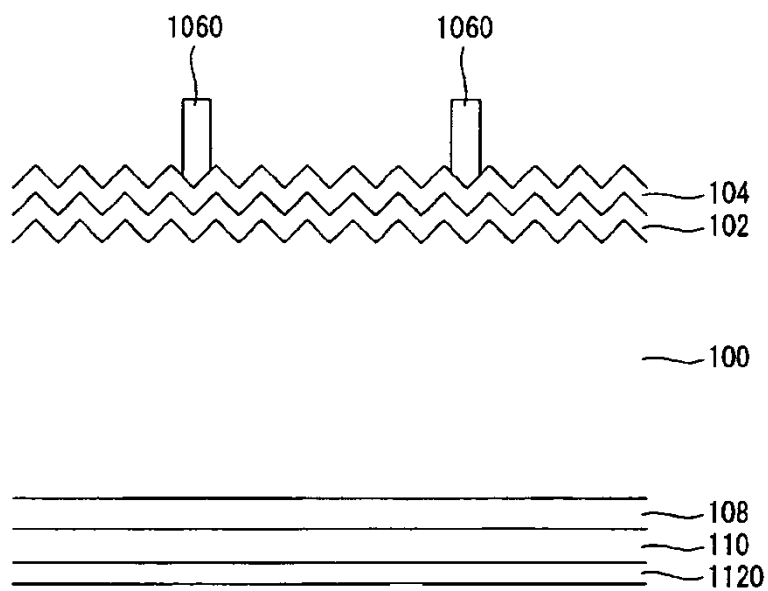


FIG. 8B

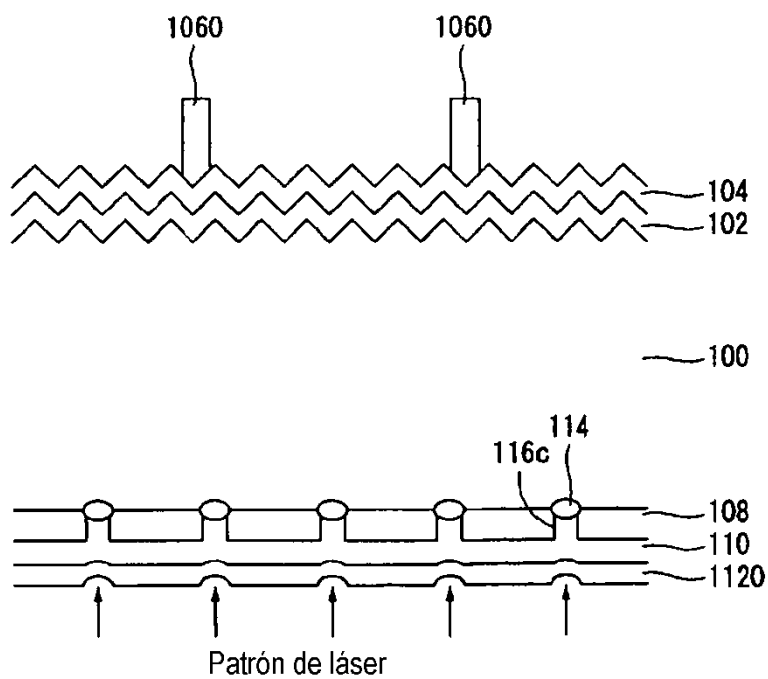


FIG. 9

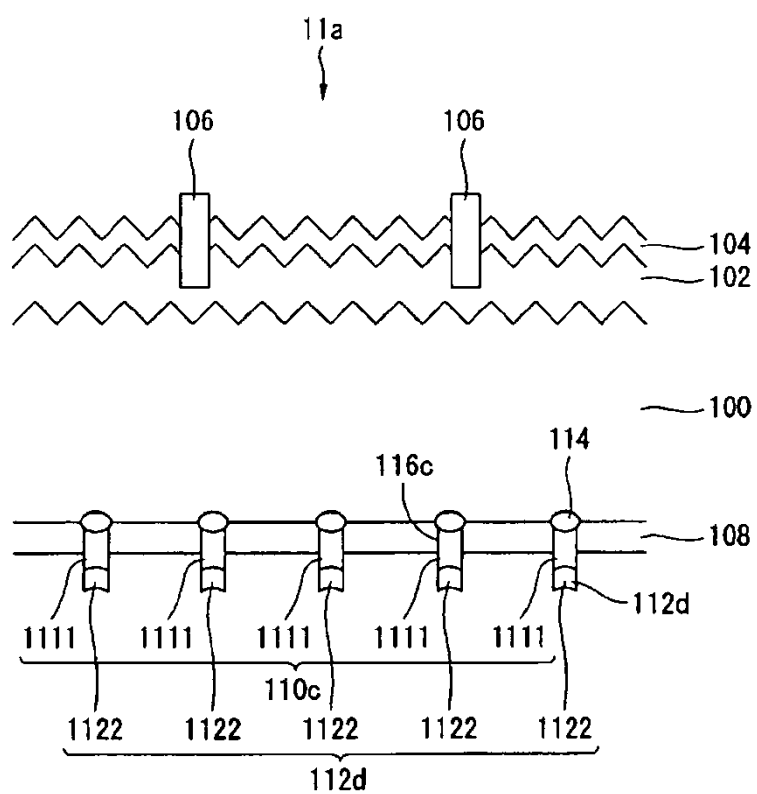


FIG. 10

