

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 563**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2015** **E 15002776 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016** **EP 3002792**

54 Título: **Célula solar y panel solar que incluye la misma**

30 Prioridad:

30.09.2014 KR 20140131958

30.04.2015 KR 20150061334

27.07.2015 KR 20150105965

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

17.05.2017

73 Titular/es:

LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR

72 Inventor/es:

KIM JINSUNG;
HWANG, SUNGHYUN y
OH, DONGHAE

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 612 563 T3

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

DESCRIPCIÓN

Célula solar y panel solar que incluye la misma.

5 Antecedentes de la invención1. Campo de la invención

10 Las formas de realización de la presente invención se refieren a una célula solar y un panel solar que incluye la misma y, más particularmente, a unas células solares conectadas mediante hilos conductores y un panel solar que las incluye.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 Últimamente, el agotamiento de los recursos energéticos actuales, tales como el petróleo y el carbón, ha suscitado un creciente interés por fuentes de energía alternativas. En particular, la célula solar se pone en valor como célula de próxima generación capaz de convertir energía solar en energía eléctrica.

20 Una pluralidad de células solares como las mencionadas anteriormente se conectan en serie o en paralelo mediante una pluralidad de cintas y, a continuación, se empaquetan a través de un proceso de empaquetado para la protección de estas, formándose de ese modo un panel solar. Puesto que dicho panel solar debe llevar a cabo la generación durante un período de tiempo largo en entornos diversos, el panel solar debería garantizar una fiabilidad a largo plazo. En los casos convencionales, una pluralidad de células solares está conectada mediante cintas, tal como se ha mencionado anteriormente.

25 No obstante, cuando las células solares están conectadas mediante cintas que presentan una gran anchura de aproximadamente 1,5 mm, puede generarse una pérdida por sombras debida a dicha gran anchura de las cintas. Por esta razón, el número de cintas utilizadas para las células solares debería reducirse. Además, las cintas presentan una fuerza de fijación inferior, o las células solares pueden presentar un grado de flexión incrementado debido a las cintas. En dicho caso, existe una limitación en el aumento de la potencia de salida del panel solar. Además, las cintas pueden desprenderse de las células solares, o las células solares pueden dañarse. Como resultado de lo anterior, el panel solar podrá presentar una fiabilidad reducida.

Sumario de la invención

35 Por consiguiente, las formas de realización de la presente invención se han creado tomando en consideración los anteriores problemas, y uno de los objetivos de las formas de realización de la presente invención es dar a conocer una célula solar capaz de aumentar la potencia de salida y la fiabilidad de un panel solar y un panel solar que incluye la misma.

40 Según un aspecto de la presente invención, el anterior y otros objetivos pueden alcanzarse mediante la provisión de una célula solar que comprende un sustrato semiconductor, una zona conductora dispuesta en o encima del sustrato semiconductor y un electrodo que comprende una pluralidad de líneas de dedo conectadas a la región conductora, y formadas para extenderse en una primera dirección mientras son paralelas, y 6 o más líneas de barra de bus formadas para extenderse en una segunda dirección que cruza la primera dirección, presentando cada una de las líneas de barra de bus una anchura comprendida entre 35 y 350 μm en al menos una parte de la misma, en el que cada una de las líneas de barra de bus presenta una distancia entre unos extremos opuestos de esta en la segunda dirección más pequeña que una distancia entre las más externas de las líneas de dedo respectivamente dispuestas en lados opuestos del sustrato semiconductor en la segunda dirección.

50 Según otro aspecto de la presente invención, se da a conocer un panel solar que comprende una pluralidad de células solares cada una de las cuales comprende un convertidor fotoeléctrico, un primer electrodo y un segundo electrodo conectados con el convertidor fotoeléctrico, y una pluralidad de hilos conductores para conectar unas vecinas de la pluralidad de células solares de tal forma que el primer electrodo de una de las células solares vecinas está conectado con el segundo electrodo de la otra de las células solares vecinas, en el que cada uno del primer y el segundo electrodo comprende una pluralidad de líneas de dedo formadas para extenderse en una primera dirección mientras son paralelas, y 6 o más líneas de barra de bus formadas para extenderse en una segunda dirección que cruza la primera dirección, la pluralidad de hilos conectores presenta un diámetro o una anchura comprendida entre 250 y 500 μm y comprende 6 o más hilos conductores dispuestos en un lado de superficie de la célula solar mientras están conectados con las líneas de barra de bus, respectivamente, cada una de las líneas de barra de bus presenta una distancia entre unos extremos opuestos de esta en la segunda dirección más pequeña que una distancia entre unas más externas de la pluralidad de líneas de dedo respectivamente dispuestas en lados opuestos del convertidor fotoeléctrico en la segunda dirección.

Breve descripción de los dibujos

El anterior y otros objetivos, características y otras ventajas de las formas de realización de la presente invención resultarán más claros a partir de la siguiente descripción detallada considerada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 la figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra un panel solar según una forma de realización de la presente invención;
- 10 la figura 2 es una vista en sección transversal obtenida a lo largo de la línea II-II de la figura 1;
- la figura 3 es una vista en sección que ilustra un ejemplo de la célula solar comprendida en el panel solar de la figura 1;
- 15 la figura 4 es una vista en sección que ilustra otro ejemplo de la célula solar comprendida en el panel solar de la figura 1;
- 20 la figura 5 es una vista en perspectiva que ilustra brevemente una primera célula solar y una segunda célula solar, que están conectadas mediante hilos conductores, en el panel solar de la figura 1;
- la figura 6 ilustra un hilo conductor antes de la fijación de este a los electrodos de una célula solar ilustrada en la figura 1, a través de una vista en perspectiva y una vista en sección;
- 25 la figura 7 es una vista en sección que ilustra el hilo conductor fijado a unas secciones de contacto (del inglés, "pad sections") del electrodo de la célula solar ilustrada en la figura 1;
- la figura 8 es una vista en sección transversal obtenida a lo largo de la línea VIII-VIII de la figura 5;
- 30 la figura 9 es una vista en planta que ilustra una célula solar comprendida en el panel solar de la figura 1 y unos hilos conductores conectados a la misma;
- la figura 10 es una vista en planta que ilustra la célula solar comprendida en el panel solar de la figura 1;
- 35 la figura 11 es una fotografía de unas secciones transversales de unas células solares, a las cuales se fijan, respectivamente, unos hilos conductores que presentan anchuras diferentes;
- la figura 12 es un gráfico que representa unos resultados medidos de la fuerza de fijación del hilo conductor a un extremo del electrodo mientras se varía la anchura del hilo conductor y una distancia de borde;
- 40 la figura 13 es un diagrama que representa unos resultados del panel solar medidos mientras se varía la anchura de cada hilo conductor y el número de hilos conductores;
- la figura 14 es una vista en planta que ilustra una parte de la superficie delantera de una célula solar según otra forma de realización de la presente invención;
- 45 la figura 15 es una vista en planta que ilustra una parte de la superficie delantera de una célula solar según otra forma de realización de la presente invención; y
- 50 la figura 16 es un gráfico que representa unos resultados medidos de una fuerza de fijación medida mientras se tira de un hilo conductor fijado a una célula solar mediante un dispositivo experimental.

Descripción detallada de las formas de realización

55 A continuación se hará referencia detallada a los ejemplos de formas de realización de la presente invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. La presente invención puede, no obstante, integrarse en muchas formas alternativas y no debe considerarse limitada a las formas de realización expuestas en la presente memoria.

60 En los dibujos, la ilustración de las partes que no conciernen a las formas de realización de la presente invención se omite para mayor claridad y simplicidad de la descripción. Los mismos números de referencia designan los mismos elementos o elementos que son muy similares a lo largo de la presente memoria. En los dibujos, los grosores, las anchuras o similares de los elementos se amplían o reducen para mayor claridad de la descripción, y no debe considerarse que están limitados a los ilustrados en los dibujos.

65 Debe tenerse en cuenta que los términos "comprende" y/o "comprendido" en la presente memoria indican la presencia de los elementos citados, pero no excluyen la presencia o adición de uno o más elementos diferentes.

Además, se tendrá en cuenta que, cuando se indica que un elemento tal como una capa, película, zona o placa se halla "sobre" otro elemento, el elemento puede estar dispuesto directamente sobre otro elemento o puede estar dispuesto de tal forma que entre ambos elementos también está presente un elemento intermedio. En consecuencia, cuando un elemento tal como una capa, película, zona o placa está dispuesto "directamente sobre" otro elemento, significa que no hay ningún elemento intermedio entre los dos elementos.

A continuación, se describen en detalle unas células solares y unos paneles solares que las incluyen según unas formas de realización de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra un panel solar según una forma de realización de la presente invención. La figura 2 es una vista en sección transversal obtenida a lo largo de la línea II-II de la figura 1.

Con referencia a las figuras 1 y 2, el panel solar según la forma de realización ilustrada, que se designa mediante el número de referencia "100", comprende una pluralidad de células solares 150 e hilos conductores 142 para conectar eléctricamente las células solares 150. El panel solar 100 comprende también un sellante 130 para encerrar y sellar las células solares 150 y los hilos conductores 142, un sustrato delantero 110 dispuesto en un lado delantero de las células solares de 150, y un sustrato trasero 200 dispuesto en un lado trasero de las células solares 150 sobre el sellante 130. A continuación, se describe en mayor detalle esta estructura.

En primer lugar, cada célula solar 150 puede comprender un convertidor fotoeléctrico para convertir energía solar en energía eléctrica, y un electrodo conectado eléctricamente con el convertidor fotoeléctrico, para captar corriente y transferir la corriente captada. Las células solares 150 pueden estar conectadas eléctricamente en serie, en paralelo o en serie-paralelo mediante los hilos conductores 142. En detalle, unas vecinas en sentido longitudinal de las células solares 150 están conectadas eléctricamente mediante unos correspondientes de los hilos conductores 142 y, de esta manera, las células solares 150 forman cadenas que se extienden en la dirección longitudinal.

Las cintas de bus 145 conectan unos extremos opuestos de las cadenas de células solares, en particular, los extremos de los hilos conductores 142 de estas, de una manera alternativa. Las cintas de bus 145 pueden estar dispuestas en extremos opuestos de las cadenas de células solares para extenderse en una dirección que cruza las cadenas de células solares. Las cintas de bus 145 pueden conectar unas adyacentes de las cadenas de células solares o conectar las cadenas de células solares a una caja de conexiones para prevenir el reflujo de corriente. El material, la forma y la estructura de conexión de las cintas de bus 145 pueden ser de diversa índole; así pues, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a estos.

El sellante 130 puede comprender un primer sellante 131 dispuesto en el lado delantero de las células solares 150, y un segundo sellante 132 dispuesto en el lado trasero de las células solares 150. El primer sellante 131 y el segundo sellante 132 bloquean la permeación de humedad, oxígeno o ambas cosas, que pueden afectar negativamente a las células solares 150, y permiten el acoplamiento químico de los componentes del panel solar 100. El panel solar 100 puede presentar una estructura integrada. Esto puede realizarse disponiendo el sustrato trasero 200, el segundo sellante 132, las células solares 150, el primer sellante 131 y el sustrato delantero 110 en este orden y, a continuación, aplicando calor y/o presión o similares a la estructura resultante a través de un procedimiento de laminación.

Como primer sellante 131 y segundo sellante 132, puede utilizarse una resina copolimérica de acetato de etilén vinilo (EVA), una resina de polivinilbutiral, una resina de silicio, una resina estérica, una resina olefínica o similares. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a dichos materiales. En consecuencia, el primer y el segundo sellantes 131 y 132 pueden formarse mediante otros materiales diversos de conformidad con un procedimiento diferente al de laminación. En este caso, el primer y el segundo sellantes 131 y 132 presentan transparencia óptica para permitir que la luz incidente a través del sustrato trasero 200 o la luz reflejada por el sustrato trasero 200 llegue a las células solares 150.

El sustrato delantero 110 está dispuesto sobre el primer sellante 131 y, de esta manera, constituye una superficie delantera del panel solar 100. El sustrato delantero 110 puede estar hecho de un material que presenta una resistencia capaz de proteger las células solares 150 contra impactos externos o similares y una transparencia óptica capaz de permitir la transmisión de luz tal como la luz solar. Por ejemplo, el sustrato delantero 110 puede estar constituido por un sustrato de vidrio o similares. En este caso, el sustrato delantero 110 puede estar constituido por un sustrato de vidrio reforzado para aumentar la resistencia. Además, pueden aplicarse diversas variantes al sustrato delantero 110. Por ejemplo, el sustrato delantero 110 puede contener además diversos materiales capaces de mejorar diversas características. De forma alternativa, el sustrato delantero 110 puede ser una lámina o película hecha de resina o similares. Es decir, las formas de realización de la presente invención no están limitadas en cuanto al material del sustrato delantero 110, y el sustrato delantero 110 puede estar hecho de diversos materiales.

El sustrato posterior 200 es una capa dispuesta sobre el segundo sellante 132 para proteger las células solares 150 por el lado trasero de estas. El sustrato posterior 200 puede desempeñar funciones de impermeabilidad, aislamiento y bloqueo ultravioleta.

El sustrato trasero 200 puede presentar una resistencia capaz de proteger las células solares 150 contra impactos externos o similares. El sustrato trasero 200 puede presentar también unas características que permiten la transmisión de luz o la reflexión de luz de conformidad con una estructura deseada del panel solar 150. Por ejemplo, en una estructura del panel solar 150, en la que la luz incide a través del sustrato trasero 200, el sustrato trasero 200 pueden estar hecho de un material transparente. Por otro lado, en una estructura del panel solar 150, en la que la luz se refleja en el sustrato trasero 200, el sustrato trasero 200 puede estar hecho de un material opaco, un material reflectante o similar. Por ejemplo, el sustrato trasero 200 puede presentar una estructura de sustrato hecha de vidrio. De forma alternativa, el sustrato trasero 200 puede presentar una estructura de película o lámina o similar. Por ejemplo, el sustrato trasero 200 puede ser de tipo Tedlar/PET/Tedlar (TPT) o puede presentar una estructura en la que está formada una resina de fluoruro de polivinilideno (PVDF) o similar sobre la por lo menos una superficie de tereftalato de polietileno (PET). El PVDF, que es un polímero con una estructura $(\text{CH}_2\text{CF}_2)_n$, presenta una estructura molecular de flúor doble y, de esta manera, está dotado de unas propiedades mecánicas excelentes, resistencia a la intemperie y resistencia ultravioleta. No obstante, las formas de realización de la presente invención no están limitadas en cuanto al material del sustrato trasero 200.

En lo sucesivo, se describirá en más detalle un ejemplo de una célula solar comprendida en el panel solar según la forma de realización ilustrada de la presente invención, con referencia a la figura 3.

Con referencia a la figura 3, la célula solar 150 según la forma de realización ilustrada comprende un sustrato semiconductor 160 que comprende una zona de base 10, unas zonas conductoras 20 y 30 formadas en el sustrato semiconductor 160 o sobre el sustrato semiconductor 160 y unos electrodos 42 y 44 conectados respectivamente con las zonas conductoras 20 y 30. En este caso, las zonas conductoras 20 y 30 pueden comprender una zona conductora de primer tipo de conducción 20 que presenta una primera conductividad y una zona conductora de segundo tipo de conducción 30 que presenta una segunda conductividad. Los electrodos 42 y 44 pueden comprender un primer electrodo 42 conectado con la zona conductora de primer tipo de conducción 20 y un segundo electrodo 44 conectado con la zona conductora de segundo tipo de conducción 30. La célula solar 150 puede comprender además una primera película de pasivación 22, una película antirreflectante 24, una segunda película de pasivación 32, etc.

El sustrato semiconductor 160 puede estar hecho de un semiconductor cristalino. Por ejemplo, el sustrato semiconductor 160 puede estar hecho de un semiconductor monocristalino o policristalino (por ejemplo, silicio monocristalino o policristalino). En particular, el sustrato semiconductor 160 puede estar hecho de un semiconductor monocristalino (por ejemplo, una oblea de semiconductor monocristalino, más particularmente, una oblea de silicio monocristalino). Cuando el sustrato semiconductor 160 está hecho de un semiconductor monocristalino (por ejemplo, silicio monocristalino), la célula solar 150 presenta menos defectos debido a que la célula solar 150 está basada en el sustrato semiconductor 160, dotado de una alta cristalinidad. Por lo tanto, la célula solar 150 puede presentar características eléctricas excelentes.

La superficie delantera y/o trasera del sustrato semiconductor 160 puede presentar una estructura de superficie irregular con salientes y entrantes generados mediante texturizado. Por ejemplo, los salientes y entrantes adoptan una forma piramidal que presenta una superficie externa constituida por una superficie con orientación (111) del sustrato semiconductor 160 mientras presenta un tamaño irregular. Por ejemplo, cuando la superficie delantera del sustrato semiconductor 160 presenta una rugosidad superficial aumentada como consecuencia de la formación de salientes y entrantes generados mediante texturizado, podría reducirse la reflectancia de la luz incidente a través de la superficie delantera del sustrato semiconductor 160. En consecuencia, una cantidad de luz que llega a una unión PN formada por la zona de base 10 y la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede incrementarse y, de esta manera, la pérdida por sombras puede reducirse al mínimo. No obstante, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a la estructura descrita anteriormente. El sustrato semiconductor 160 puede no presentar, en las superficies delantera y trasera de este, unos salientes y entrantes formados a través de texturizado.

La zona de base 10 del sustrato semiconductor 160 puede estar dopada con un dopante de segundo tipo de conducción a una concentración de dopado relativamente baja y, de esta manera, presenta la segunda conductividad. Por ejemplo, la zona de base 10 puede estar dispuesta más lejos de la superficie delantera del sustrato semiconductor 160 o más cerca de la superficie trasera del sustrato semiconductor 160 que la zona conductora de primer tipo de conducción 20. Además, la zona de base 10 puede estar dispuesta más cerca de la superficie delantera del sustrato semiconductor 160 o más lejos de la superficie trasera del sustrato semiconductor 160 que la zona conductora de segundo tipo de conducción 30. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a dicha disposición, y la ubicación de la zona de base 10 puede variarse.

En este caso, la zona de base 10 puede estar hecha de un semiconductor cristalino que contiene un dopante de segundo tipo de conducción, por ejemplo, un semiconductor monocristalino o policristalino (por ejemplo, silicio monocristalino o policristalino) que contiene un dopante de segundo tipo de conducción. En particular, la zona de base 10 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino (por ejemplo, una oblea de semiconductor monocristalino, más particularmente, una oblea de silicio monocristalino) que contiene un dopante de segundo tipo de conducción.

El segundo tipo de conducción puede ser un tipo N o un tipo P. Cuando la zona de base 10 presenta una conductividad de tipo N, la zona de base 10 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino o policristalino dopado con un elemento del grupo V tal como el fósforo (P), el arsénico (As), el bismuto (Bi) o el antimonio (Sb). Por otro lado, cuando la zona de base 10 presenta una conductividad de tipo P, la zona de base 10 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino o policristalino dopado con un elemento del grupo III tal como el boro (B), el aluminio (Al), el galio (Ga) o el indio (In).

Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a los materiales descritos anteriormente, y la zona de base 10 y el dopante de segundo tipo de conducción pueden estar constituidos por diversos materiales.

Por ejemplo, la zona de base 10 puede presentar una conductividad de tipo N. Entonces, la zona conductora de primer tipo de conducción 20, que forma una unión PN junto con la zona de base 10, presenta una conductividad de tipo P. Cuando se irradia luz sobre dicha unión PN, los electrones generados de conformidad con un efecto fotoeléctrico migran hacia la superficie trasera del sustrato semiconductor 160 y, de esta manera, son captados por el segundo electrodo 44. Mientras tanto, los huecos migran hacia la superficie delantera del sustrato semiconductor 160 y, de esta manera, son captados por el primer electrodo 42. Como consecuencia, se genera energía eléctrica. Entonces, los huecos que presentan una menor tasa de movimiento que los electrones migran hacia la superficie trasera del sustrato semiconductor 160, en lugar de hacia la superficie delantera del sustrato semiconductor 160 y, de esta manera, la eficacia de conversión fotoeléctrica puede aumentar. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y la zona de base 10 y la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 pueden presentar una conductividad de tipo P, y la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede presentar una conductividad de tipo N.

La zona conductora de primer tipo de conducción 20, que presenta la primera conductividad opuesta a la de la zona de base 10, puede estar formada en el lado de superficie delantera del sustrato semiconductor 160. La zona conductora de primer tipo de conducción 20 forma una unión PN junto con la zona de base 10 y, de esta manera, constituye una zona emisora para generar portadores de conformidad con un efecto fotoeléctrico.

En la forma de realización ilustrada, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede estar constituida por una zona dopada que constituye una parte del sustrato semiconductor 160. En este caso, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede estar hecha de un semiconductor cristalino que contiene un dopante de primer tipo de conducción. Por ejemplo, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino o policristalino (por ejemplo, silicio monocristalino o policristalino) que contiene un dopante de primer tipo de conducción. En particular, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino (por ejemplo, una oblea de semiconductor monocristalino, más particularmente, una oblea de silicio monocristalino) que contiene un dopante de primer tipo de conducción. Cuando la zona conductora de primer tipo de conducción 20 constituye una parte del sustrato semiconductor 160, tal como se ha descrito anteriormente, las características de la unión de la zona de base 10 y la zona conductora de primer tipo de conducción 20 pueden mejorar.

Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente y, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede estar formada sobre el sustrato semiconductor 160, separada del sustrato semiconductor 160. En este caso, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede estar constituida por una capa semiconductor que presenta una estructura cristalina diferente de la del sustrato semiconductor 160, para facilitar la formación de esta sobre el sustrato semiconductor 160. Por ejemplo, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede formarse mediante dopado de un semiconductor amorfo, un semiconductor microcristalino o un semiconductor policristalino (por ejemplo, silicio amorfo, silicio microcristalino o silicio policristalino), que puede fabricarse fácilmente a través de diversos procedimientos, tales como la deposición, con un dopante de primer tipo de conducción. Obviamente, son posibles otras variantes.

El primer tipo de conducción puede ser el tipo P o el tipo N. Cuando la zona conductora de primer tipo de conducción 20 presenta una conductividad de tipo P, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino o policristalino dopado con un elemento del grupo III tal como el boro (B), el aluminio (Al), el galio (Ga) o el indio (In). Por otro lado, cuando el primer tipo de conducción presenta una conductividad de tipo N, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino o policristalino dopado con un elemento del grupo V tal como el fósforo (P), el arsénico (As), el bismuto (Bi) o el antimonio (Sb). Por ejemplo, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede ser un conductor monocristalino o policristalino dopado con boro. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a los materiales descritos anteriormente, y pueden utilizarse diversos materiales como dopante de primer tipo de conducción.

En los dibujos, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 que se ilustra presenta una estructura homogénea que presenta una concentración de dopado uniforme por toda la zona conductora de primer tipo de conducción 20. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a la estructura

descrita anteriormente. En otra forma de realización, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede presentar una estructura selectiva, tal como la ilustrada en la figura 4.

5 Con referencia a la figura 4, la zona conductora de primer tipo de conducción 20, que presenta una estructura selectiva, puede comprender una primera parte 20a que está formada adyacente al primer electrodo 42, para estar en contacto con el primer electrodo 42, y una segunda parte 20b formada en la parte restante de la zona conductora de primer tipo de conducción 20, en concreto, una parte de la zona conductora de primer tipo de conducción 20, excepto en la primera parte 20a.

10 La primera parte 20a puede presentar una alta concentración de dopado y, de esta manera, puede presentar una resistencia relativamente baja. La segunda parte 20b puede presentar una concentración de dopado más baja que la primera parte 20a y, de esta manera, puede presentar una resistencia relativamente alta. La primera parte 20a puede presentar un grosor mayor que la segunda parte 20b. Es decir, la profundidad de unión de la primera parte 20a puede ser mayor que la de la segunda parte 20b.

15 Por lo tanto, en la forma de realización ilustrada, se crea un emisor de poca profundidad formando la segunda parte 20b de tal modo que presenta una resistencia relativamente alta en una parte de la zona conductora de primer tipo de conducción 20, excepto en la primera parte 20a. En consecuencia, la densidad de corriente de la célula solar 150 puede mejorarse. Además, podría reducirse la resistencia de contacto de la zona conductora de primer tipo de conducción 20 con el primer electrodo 42 formando la primera parte 20a de tal modo que presente una resistencia relativamente baja en una parte de la zona conductora de primer tipo de conducción 20 adyacente al primer electrodo 42. En consecuencia, puede conseguirse una eficacia máxima de la célula solar 150.

20 La zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede presentar diversas estructuras y diversas formas distintas a las estructuras y formas descritas anteriormente.

25 Con referencia nuevamente a la figura 3, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30, que presenta la segunda conductividad idéntica a la de la zona de base 10, mientras presenta una concentración de dopado más alta que la zona de base 10, puede estar formada en el lado de la superficie trasera del sustrato semiconductor 160. La zona conductora de segundo tipo de conducción 30 forma una zona de campo de superficie trasera, que genera un campo de superficie trasera, para evitar la pérdida de portadores causada por el reacoplamiento (o recombinación) de estos en una superficie del sustrato semiconductor 160 (más particularmente, la superficie trasera del sustrato semiconductor 160).

30 En la forma de realización ilustrada, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede estar constituida por una zona dopada que constituye una parte del sustrato semiconductor 160. En este caso, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede estar hecha de un semiconductor cristalino que contiene un dopante de segundo tipo de conducción. Por ejemplo, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino o policristalino (por ejemplo, silicio monocristalino o policristalino) que contiene un dopante de segundo tipo de conducción. En particular, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino (por ejemplo, una oblea de semiconductor monocristalino y, más particularmente, una oblea de silicio monocristalino) que contiene un dopante de segundo tipo de conducción. Cuando la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 constituye una parte del sustrato semiconductor 160, tal como se ha descrito anteriormente, las características de unión de la zona de base 10 y la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 pueden mejorar.

35 Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente y, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede estar formada sobre el sustrato semiconductor 160, separada del sustrato semiconductor 160. En este caso, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede estar constituida por una capa semiconductor que presenta una estructura cristalina diferente de la del sustrato semiconductor 160, para facilitar la formación de esta sobre el sustrato semiconductor 160. Por ejemplo, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede formarse mediante dopado de un semiconductor amorfo, un semiconductor microcristalino o un semiconductor policristalino (por ejemplo, silicio amorfo, silicio microcristalino o silicio policristalino), que puede fabricarse fácilmente a través de diversos procedimientos, tales como la deposición, con un dopante de segundo tipo de conducción. Obviamente, son posibles otras variantes.

40 El segundo tipo de conducción puede ser un tipo N o un tipo P. Cuando la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 presenta una conductividad de tipo N, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino o policristalino dopado con un elemento del grupo V tal como el fósforo (P), el arsénico (As), el bismuto (Bi) o el antimonio (Sb). Por otro lado, cuando la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 presenta una conductividad de tipo P, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede estar hecha de un semiconductor monocristalino o policristalino dopado con un elemento del grupo III tal como el boro (B), el aluminio (Al), el galio (Ga) o el indio (In). Por ejemplo, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede ser un conductor monocristalino o policristalino dopado con fósforo. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a los materiales descritos

anteriormente, y pueden utilizarse diversos materiales como dopante de segundo tipo de conducción. Además, el dopante de segundo tipo de conducción de la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede ser idéntico al dopante de segundo tipo de conducción de la zona de base 10 o puede diferir del dopante de segundo tipo de conducción de la zona de base 10.

5 En la presente forma de realización, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 ilustrada presenta una estructura homogénea que presenta una concentración de dopado uniforme por toda la zona conductora de segundo tipo de conducción 30. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a la estructura descrita anteriormente. En otra forma de realización, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede presentar una estructura selectiva. En la estructura selectiva, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede presentar una alta concentración de dopado, una gran profundidad de unión y una baja resistencia en una parte adyacente al segundo electrodo 44, mientras presenta una baja concentración de dopado, una pequeña profundidad de unión y una alta resistencia en la parte restante de la zona conductora de segundo tipo de conducción 30. La estructura selectiva de la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 es idéntica o similar a la de la zona conductora de primer tipo de conducción 20 ilustrada en la figura 4 y, de esta manera, la descripción facilitada de la zona conductora de primer tipo de conducción 20 con referencia a la figura 4 asociada con la estructura selectiva puede aplicarse a la zona conductora de segundo tipo de conducción 30. En otra forma de realización, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede presentar una estructura local, tal como la ilustrada en la figura 4.

20 Con referencia a la figura 4, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30, que presenta una estructura local, puede comprender una primera parte 30a formada localmente en una parte de la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 conectada con el segundo electrodo 44. En consecuencia, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 presenta una menor resistencia de contacto con el segundo electrodo 44 en la parte que se conecta con el segundo electrodo 44 y, de esta manera, puede presentar unas características de factor de relleno (FF) excelentes. Por otro lado, no se ha formado ninguna zona conductora de segundo tipo de conducción 30 constituida por una zona dopada en una zona no conectada con el segundo electrodo 44 y, de esta manera, es posible reducir el reacoplamiento que podría producirse en la zona dopada. En consecuencia, la densidad de corriente de cortocircuito J_{sc} y la tensión de circuito abierto pueden mejorarse. Además, la eficacia cuántica interna (IQE) puede ser excelente en la zona en la que no se ha formado ninguna zona conductora de segundo tipo de conducción y, de esta manera, las características asociadas a la luz de longitud de onda larga pueden ser excelentes. En consecuencia, podrían mejorarse considerablemente las características asociadas a la luz de longitud de onda larga, en comparación con la estructura homogénea y la estructura selectiva que presenta una zona dopada en toda la estructura. Por lo tanto, la zona conductora de segundo tipo de conducción 30, que presenta la estructura local descrita anteriormente, puede ser excelente en términos de factor de relleno, densidad de corriente de cortocircuito y tensión de circuito abierto y, de esta manera, puede mejorar la eficacia de la célula solar 150.

40 La zona conductora de segundo tipo de conducción 30 puede presentar diversas estructuras distintas a las estructuras descritas anteriormente.

45 Con referencia otra vez a la figura 3, la primera película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24 están formadas secuencialmente sobre la superficie delantera del sustrato semiconductor 160, más particularmente, sobre la zona conductora de primer tipo de conducción 20 formada en o sobre el sustrato semiconductor 160. El primer electrodo 42 está conectado eléctricamente (más particularmente, está en contacto) con la zona conductora de primer tipo de conducción 20 a través de la primera película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24 (en concreto, a través de unas aberturas 102).

50 La primera película de pasivación 22 y película antirreflectante 24 pueden estar sustancialmente formadas en toda la superficie delantera del sustrato semiconductor 160, excepto en las aberturas 102 correspondientes al primer electrodo 42.

55 La primera película de pasivación 22 está formada para estar en contacto con la zona conductora de primer tipo de conducción 20 y, de esta manera, inactiva los defectos presentes en la superficie o el volumen de la zona conductora de primer tipo de conducción 20. Por lo tanto, los sitios de recombinación de los portadores minoritarios se eliminan y, de esta manera, la tensión de circuito abierto de la célula solar 150 puede incrementarse. La película antirreflectante 24 reduce la reflectancia de la luz incidente en la superficie delantera del sustrato semiconductor 160. Por lo tanto, la cantidad de luz que llega a una unión PN formada por la zona de base 10 y la zona conductora de primer tipo de conducción 20 podría incrementarse de conformidad con la reflectancia reducida de la luz incidente en la superficie delantera del sustrato semiconductor 160. En consecuencia, la corriente de cortocircuito I_{sc} de la célula solar 150 puede incrementarse. Como consecuencia, la tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito I_{sc} de la célula solar 150 podría incrementarse mediante la primera película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24 y, de esta manera, la eficacia de la célula solar 150 podría aumentar.

65 La primera película de pasivación 22 puede estar hecha de diversos materiales. Por ejemplo, la primera película de pasivación 22 puede presentar una estructura de monocapa, que comprende una película seleccionada del grupo

que consiste en una película de nitruro de silicio, una película de nitruro de silicio que contiene hidrógeno, una película de óxido de silicio, una película de oxinitruro de silicio, una película de óxido de aluminio, una película de MgF_2 , una película de ZnS, una película de TiO_2 y una película de CeO_2 o puede presentar una estructura multicapa que comprende una combinación de dos o más de las películas citadas. Por ejemplo, cuando la zona conductora de primer tipo de conducción 20 presenta una conductividad de tipo N, la primera película de pasivación 22 puede comprender una película de óxido de silicio o una película de nitruro de silicio que presenta cargas positivas fijas. Por otro lado, cuando la zona conductora de primer tipo de conducción 20 presenta una conductividad de tipo P, la primera película de pasivación 22 puede comprender una película de óxido de aluminio que presenta cargas negativas fijas.

La película antirreflectante 24 puede estar hecha de diversos materiales. Por ejemplo, la película antirreflectante 24 puede presentar una estructura de monocapa que comprende una película seleccionada del grupo que consiste en una película de nitruro de silicio, una película de nitruro de silicio que contiene hidrógeno, una película de óxido de silicio, una película de oxinitruro de silicio, una película de óxido de aluminio, una película de MgF_2 , una película de ZnS, una película de TiO_2 y una película de CeO_2 o puede presentar una estructura multicapa que comprende una combinación de dos o más de las películas citadas. Por ejemplo, la película antirreflectante 24 puede comprender una película de óxido de silicio.

Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a los materiales descritos anteriormente, y la primera película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24 pueden estar hechas de diversos materiales. Una de la primera película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24 puede desempeñar tanto la función antirreflectante como la función de pasivación y, de esta manera, la otra de la primera capa de pasivación 22 y la capa antirreflectante 24 puede omitirse. Aparte de la primera película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24, pueden estar formadas también otras películas diversas sobre el sustrato semiconductor 160. Además, son posibles diversas variantes.

El primer electrodo 42 está conectado eléctricamente con la zona conductora de primer tipo de conducción 20 por medio de las aberturas 102 formadas a través de la primera película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24 (es decir, a través de la primera película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24). El primer electrodo 42 puede estar hecho de un material que presenta una excelente conductividad eléctrica (por ejemplo, un metal). El primer electrodo 42 puede presentar cierto patrón para permitir la transmisión de luz. Una estructura detallada del primer electrodo 42 se describirá más adelante con referencia a las figuras 9 y 10.

La segunda película de pasivación 32 está formada sobre la superficie trasera del sustrato semiconductor 160 y, más particularmente, sobre la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 formada en el sustrato semiconductor 160. El segundo electrodo 44 está conectado eléctricamente (por ejemplo, está en contacto) con la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 a través de la segunda película de pasivación 32 (en concreto, a través de unas aberturas 104).

La segunda película de pasivación 32 puede estar formada sustancialmente en toda la superficie trasera del sustrato semiconductor 160, excepto en las aberturas 104 correspondientes al segundo electrodo 44.

La segunda película de pasivación 32 está formada para estar en contacto con la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 y, de esta manera, inactiva los defectos presentes en la superficie o el volumen de la zona conductora de segundo tipo de conducción 30. Por lo tanto, los sitios de recombinación de los portadores minoritarios se eliminan y, de esta manera, la tensión de circuito abierto Voc de la célula solar 150 puede incrementarse.

La segunda película de pasivación 32 puede estar hecha de diversos materiales. Por ejemplo, la segunda película de pasivación 32 puede presentar una estructura de monocapa que comprende una película seleccionada del grupo que consiste en una película de nitruro de silicio, una película de nitruro de silicio que contiene hidrógeno, una película de óxido de silicio, una película de oxinitruro de silicio, una película de óxido de aluminio, una película de MgF_2 , una película de ZnS, una película de TiO_2 y una película de CeO_2 o puede presentar una estructura multicapa que comprende una combinación de dos o más de las películas citadas. Por ejemplo, cuando la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 presenta una conductividad de tipo N, la segunda película de pasivación 32 puede comprender una película de óxido de silicio o una película de nitruro de silicio que presenta cargas positivas fijas. Por otro lado, cuando la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 presenta una conductividad de tipo P, la segunda película de pasivación 32 puede comprender una película de óxido de aluminio que presenta cargas negativas fijas.

Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a los materiales descritos anteriormente, y la segunda película de pasivación 32 puede estar hecha de diversos materiales. Aparte de la segunda película de pasivación 32, también pueden estar formadas otras películas diversas sobre la superficie trasera del sustrato semiconductor 160. Además, son posibles diversas variantes.

El segundo electrodo 44 está conectado eléctricamente con la zona conductora de segundo tipo de conducción 30

por medio de las aberturas 104 formadas a través de la segunda película de pasivación 32. El segundo electrodo 44 puede estar hecho de un material que presenta una excelente conductividad eléctrica (por ejemplo, un metal). El segundo electrodo 44 puede presentar cierto patrón para permitir la transmisión de luz. Más adelante, se describe una estructura detallada del segundo electrodo 44.

5 Como se ha descrito anteriormente, en esta forma de realización, el primer y el segundo electrodos de 42 y 44 de la célula solar 150 presentan unos patrones predeterminados y, de esta manera, la célula solar 150 presenta una estructura bifacial en la que la luz puede incidir tanto en la superficie delantera como la superficie trasera del sustrato semiconductor 160. En consecuencia, la cantidad de luz utilizada por la célula solar 150 se incrementa y, de esta manera, la eficacia de la célula solar 150 puede aumentar.

10 Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a la estructura descrita anteriormente. El segundo electrodo 44 puede presentar una estructura formada en toda la superficie posterior del sustrato semiconductor 160. Las zonas conductoras de primer y segundo tipo de conducción 20 y 30 y el primer y segundo electrodos 42 y 44 también pueden estar dispuestos en una superficie del sustrato semiconductor 160 (por ejemplo, la superficie trasera). Además, por lo menos una de las zonas conductoras de primer y segundo tipo de conducción 20 y 30 puede estar formada para extenderse sobre ambas superficies del sustrato semiconductor 160. Es decir, la célula solar 150 descrita anteriormente solo es ilustrativa y, de esta manera, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a esta.

15 La célula solar 150 descrita anteriormente está conectada eléctricamente con otra célula solar 150 vecina mediante unos hilos conductores 142. Esta disposición se va a describir en mayor detalle con referencia a la figura 5 y las figuras 1 y 2.

20 La figura 5 es una vista en perspectiva que ilustra brevemente una primera célula solar 151 y una segunda célula solar 152, que están conectadas mediante unos hilos conductores 142, en el panel solar 100 de la figura 1. En la figura 5, cada célula solar 150 se ilustra de forma breve principalmente en conjunción con el sustrato semiconductor 160 y los electrodos 42 y 44 de este. La figura 6 ilustra un hilo conductor 142 antes de su fijación a los electrodos 42 y 44 de una célula solar 150 ilustrada en la figura 1, a través de una vista en perspectiva y una vista en sección. La figura 7 es una vista en sección que ilustra el hilo conductor 142 fijado a unas secciones de contacto (designadas mediante el número de referencia "422" en la figura 9 o 10) del electrodo 42 o 44 en la célula solar 150 ilustrada en la figura 1. La figura 8 es una vista en sección transversal obtenida a lo largo de la línea VIII-VIII de la figura 5. En la figura 7, solo se representan las secciones de contacto 422 e hilo conductor 142 para simplificar la ilustración y la descripción. En la figura 8, se facilita una ilustración centrada principalmente en los hilos conductores 142 que conectan la primera célula solar 151 y la segunda célula solar 152.

25 Tal como se ilustra en la figura 5, dos células solares vecinas 150 de una pluralidad de células solares 150 (por ejemplo, la primera célula solar 151 y la segunda célula solar 152) pueden estar conectadas mediante unos hilos conductores 142. En este caso, los hilos conductores 142 conectan el primer electrodo 42 dispuesto en la superficie delantera de la primera célula solar 151 y el segundo electrodo 44 dispuesto en la superficie trasera de la segunda célula solar 152 dispuesta a un lado de la primera célula solar 151 (lado inferior izquierdo de la figura 5). Otros hilos conductores 1420a conectan el segundo electrodo 44 dispuesto en la superficie trasera de la primera célula solar 151 y el primer electrodo 42 dispuesto en la superficie delantera de otra célula solar que se va a disponer en el otro lado de la primera célula solar 151 (lado superior derecho de la figura 5). Otros hilos conductores 1420b conectan el primer electrodo 42 dispuesto en la superficie delantera de la segunda célula solar 152 y el segundo electrodo 44 dispuesto en la superficie trasera de otra célula solar que se va a disponer en un lado de la segunda célula solar 152 (lado inferior izquierdo de la figura 5). Por lo tanto, una pluralidad de células solares 150 pueden estar conectadas mediante los hilos conductores 142, 1420a y 1420b, para formar una cadena de células solares. A continuación, la descripción facilitada de los hilos conductores 142 puede aplicarse a todos los hilos conductores 142 que conectan dos células solares vecinas 150.

30 En la presente forma de realización, cada hilo conductor 142 puede comprender una primera sección 1421 conectada al primer electrodo 42 de la primera célula solar 151 (más particularmente, una línea de barra de bus 42b del primer electrodo 42) en la superficie delantera de la primera célula solar 151 mientras se extiende desde un primer borde 161 de la primera célula solar 151 hacia un segundo borde 162 de la primera célula solar 151, opuesto al primer borde 161, una segunda sección 1422 conectada al segundo electrodo 44 de la segunda célula solar 152 (más particularmente, una línea de barra de bus 44b del segundo electrodo 44) en la superficie trasera de la segunda célula solar 152 mientras se extiende desde un primer borde 161 de la segunda célula solar 152 hacia un segundo borde 162 de la segunda célula solar 152 opuesto al primer borde 161 de la segunda célula solar 152, y una tercera sección 1423 que se extiende desde la superficie delantera de la primera célula solar 151 en el segundo borde 162 de la primera célula solar 151 hasta la superficie trasera de la segunda célula solar en el primer borde 161 de la segunda célula solar 152, para conectar la primera sección 1421 y la segunda sección 1422. En consecuencia, el hilo conductor 142 puede estar dispuesto para extenderse a través de la primera célula solar 151 a lo largo de una parte de la primera célula solar 151 mientras se extiende a través de la segunda célula solar 152 a lo largo de una parte de la segunda celda solar 152. Puesto que el hilo conductor 142 está formado únicamente en zonas correspondientes a unas partes de la primera y la segunda células solares 151 y 152 (por ejemplo, los electrodos de

barra de bus 42b), mientras presenta una anchura menor a la primera y la segunda células solares 151 y 152, el hilo conductor 142 puede conectar con eficacia la primera y la segunda células solares de 151 y 152, a pesar de la pequeña área de este.

5 Por ejemplo, el hilo conductor 142 puede estar dispuesto en el correspondiente primer y segundo electrodos 42 y 44 de la primera y la segunda células solares 151 y 152, para extenderse en gran medida a lo largo de las líneas de barra de bus 42b del primer y segundo electrodos 42 y 44 mientras contacta con las líneas de barra de bus 42b. En consecuencia, el hilo conductor 142 está en contacto continuo con el primer y el segundo electrodos 42 y 44 y, de esta manera, las características de la conexión eléctrica pueden mejorar. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a la disposición descrita anteriormente. Las líneas de barra de bus 42b pueden omitirse. En este caso, los hilos conductores 142 pueden estar dispuestos para extenderse en una dirección que cruza una pluralidad de líneas de dedo 42a, para conectarse a una pluralidad de electrodos de dedo 42a a través de una conexión mutua mientras intersecan con las líneas de dedo 42a. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a dicha disposición.

15 Con referencia a una superficie de cada célula solar 150, se facilita una pluralidad de hilos conductores 142 y, de esta manera, las características de la conexión eléctrica de la célula solar 150 con otra célula solar vecina 150 pueden mejorar. En particular, en esta forma de realización, cada hilo conductor 142 está constituido por un alambre que presenta una anchura menor que una cinta que presenta una anchura relativamente grande (por ejemplo, de 1 a 2 mm), utilizada en los casos convencionales. Con esta finalidad, se utiliza un número de hilos conductores 142 (por ejemplo, de dos a cinco) mayor que el de cintas indicado anteriormente con referencia a una superficie de cada célula solar 150.

25 Como se ilustra en la figura 6, en esta forma de realización, cada hilo conductor 142 comprende una capa central 142a y una capa de revestimiento 142b de pequeño grosor dispuesta sobre una superficie externa de la capa central 142a. La capa central 142a está constituida por un alambre dotado de excelente conductividad eléctrica o similar, para transferir corriente sustancialmente. La capa de revestimiento 142b puede desempeñar diversas funciones para proteger la capa central 142a o mejorar las características de fijación del hilo conductor 142. Por ejemplo, la capa de revestimiento 142b puede comprender un material de soldadura y, de esta manera, puede ser operativo para fijar con facilidad el hilo conductor 142 a los electrodos 42 y 44 de conformidad con la fusión por calor de este. Por lo tanto, el hilo conductor 142 puede fijarse fácilmente a los electrodos 42 y 44, de conformidad con la soldadura a través de la aplicación de calor, una vez que el hilo conductor 142 se ha dispuesto sobre los electrodos 42 y 44, sin necesidad de utilizar un adhesivo aparte. En consecuencia, un procedimiento de unión mediante alambre de soldadura puede simplificarse.

35 En este caso, el proceso de unión por alambre de soldadura puede llevarse a cabo revistiendo el hilo conductor 142 con un fundente, disponiendo el hilo conductor 142 revestido de fundente sobre los electrodos 42 y 44 y, a continuación, aplicando calor al hilo conductor revestido de fundente 142. El fundente está adaptado para evitar la formación de una película de óxido que obstruye la soldadura. En este sentido, el fundente puede no ser necesario.

40 La capa central 142a puede comprender un material dotado de una excelente conductividad eléctrica (por ejemplo, un metal y, más particularmente, Ni, Cu, Ag o Al) como material principal de esta (por ejemplo, un material con un contenido de 50% en peso o superior, más particularmente, un material con un contenido de 90% en peso o superior). Cuando la capa de revestimiento 142b comprende un material de soldadura, la capa de revestimiento 142b puede comprender un material tal como Pb, Sn, SnIn, SnBi, SnPb, SnPbAg, SnCuAg o SnCu como material principal de esta. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a los materiales descritos anteriormente, y la capa central 142a y la capa de revestimiento 142b pueden comprender diversos materiales.

50 En otro ejemplo, el hilo conductor 142 puede fijarse a los electrodos 42 y 44, mediante un adhesivo conductor separado. En este caso, el hilo conductor 142 puede o no comprender la capa de revestimiento 142b. El adhesivo conductor puede ser un material constituido por una resina sintética basada en epoxi o una resina sintética basada en silicio que contiene partículas conductoras de Ni, Al, Ag, Cu, Pb, Sn, SnIn, SnBi, SnP, SnPbAg, SnCuAg, SnCu o similares. El material se mantiene en una fase líquida a temperatura normal y se cura térmicamente mediante aplicación de calor a este. Cuando se utiliza dicho adhesivo conductor, podría fijarse el hilo conductor 142 a los electrodos 42 y 44 disponiendo el adhesivo conductor sobre los electrodos 42 y 44, disponiendo el hilo conductor 142 sobre el adhesivo conductor y, a continuación, aplicando calor al hilo conductor 142 o aplicando o disponiendo el adhesivo conductor sobre la superficie del hilo conductor 142, disponiendo el hilo conductor 142 sobre los electrodos 42 y 44 y, a continuación, aplicando calor al hilo conductor 142.

60 Cuando el alambre, que presenta una anchura menor que la cinta existente, se utiliza como hilo conductor 142, los costes de material pueden reducirse considerablemente. Puesto que el hilo conductor 142 presenta una anchura menor que la cinta, podría utilizarse un número suficiente de hilos conductores 142 y, de esta manera, la distancia de movimiento de los portadores podría reducirse al mínimo. En consecuencia, la potencia de salida del panel solar 100 podría aumentar.

El alambre que constituye el hilo conductor 142 de conformidad con esta forma de realización puede presentar una sección transversal circular u ovalada, una sección transversal curva o una sección transversal redonda, para inducir la reflexión o disipar la reflexión. En consecuencia, la luz reflejada desde una superficie redonda del alambre que constituye el hilo conductor 142 puede reflejarse en parte o por completo en el sustrato delantero 110 o el sustrato trasero 200 dispuesto en la superficie delantera de la superficie trasera de la célula solar 150 y, de esta manera, puede incidir de nuevo en la célula solar 150. Por lo tanto, la potencia de salida del panel solar 100 puede aumentarse con eficacia. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a la forma descrita anteriormente, y el alambre que constituye el hilo conductor 142 puede presentar una forma cuadrangular o una forma poligonal. El alambre puede presentar también otras formas diversas.

En esta forma de realización, el hilo conductor 142 puede presentar una anchura $W1$ de 250 a 500 μm . Gracias al hilo conductor 142, que presenta una estructura de alambre mientras presenta la anchura indicada anteriormente, podría transferirse con eficacia corriente generada en la célula solar 150 al exterior de la célula solar 150 o a otra célula solar 150. En esta forma de realización, el hilo conductor 142 puede fijarse a los electrodos 42 y 44 de la célula solar 150 una vez que se ha dispuesto de forma independiente sobre los electrodos 42 y 44 con la condición de que el hilo conductor 142 no se inserte en una capa o película separada o similar. En consecuencia, cuando la anchura $W1$ del hilo conductor 142 es menor que 250 μm , la resistencia del hilo conductor 142 puede ser insuficiente. Además, el hilo conductor 142 puede presentar unas características de conexión eléctrica inferiores y una fuerza de fijación baja debido a que el área de conexión del hilo conductor 142 con los electrodos 42 y 44 es demasiado pequeña. Por otro lado, cuando la anchura $W1$ del hilo conductor 142 es superior a 500 μm , los costes de material del hilo conductor 142 se incrementan. Además, el hilo conductor 142 puede obstruir la incidencia de luz sobre la superficie delantera de la célula solar 150 y, de esta manera, la pérdida por sombras puede incrementarse. Además, la fuerza aplicada al hilo conductor 142 en una dirección contraria a los electrodos 42 y 44 puede incrementarse y, de esta manera, la fuerza de fijación entre el hilo conductor 142 y los electrodos 42 y 44 puede reducirse. En casos graves, pueden generarse grietas o similares en los electrodos 42 y 44 o el sustrato semiconductor 160. Por ejemplo, la anchura $W1$ del hilo conductor 142 puede ser de 350 a 450 μm (en particular, de 350 a 400 μm). En este rango, podría obtenerse una mejora en la potencia de salida mientras se incrementa la fuerza de fijación a los electrodos 42 y 44.

mva

En este caso, el grosor de la capa de revestimiento 142b en el hilo conductor 142, en concreto T2, es solo el 10% o menos del ancho de la capa central 142a antes del procedimiento de unión por alambre de soldadura (por ejemplo, menor o igual que 20 μm , más particularmente, de 7 a 20 μm). Cuando el grosor T2 de la capa de revestimiento 142b es menor que 7 μm , podría ser imposible llevar a cabo el procedimiento de unión por alambre de soldadura sin problemas. Por otro lado, cuando el grosor T2 de la capa de revestimiento 142b es mayor que 20 μm , los costes de material pueden incrementarse. Además, la resistencia del hilo conductor 142 puede reducirse debido a una reducción de la anchura de la capa central 142a. Una vez que el hilo conductor 142 está fijado a la célula solar 150 de conformidad con el procedimiento de unión por alambre de soldadura, la capa de revestimiento 142b fluye hacia abajo y, de esta manera, se deposita hasta alcanzar un gran grosor entre el hilo conductor 142 y la célula solar 150 (más particularmente, entre el hilo conductor 142 y las secciones de contacto 422 de los electrodos 42 y 44) mientras se deposita con poco grosor sobre una superficie de la capa central 142a opuesta a la célula solar 150, tal como se ilustra en la figura 7. La parte de la capa de revestimiento 142b dispuesta entre el hilo conductor 142 y la célula solar 150 puede presentar una anchura $W7$ mayor o igual que el diámetro de la capa central 142 del hilo conductor 142. La capa de revestimiento 142b puede presentar un grosor T1 de 11 a 21 μm en una parte de la misma entre el hilo conductor 142 y las secciones de contacto 422 de los electrodos 42 y 44. Por otro lado, la capa de revestimiento 142b puede presentar un grosor T2 de solo 2 μm o inferior (por ejemplo, 0,5 a 1,5 μm) en la parte restante de la misma. En la presente memoria, la anchura $W1$ del hilo conductor 142 puede equivaler a una anchura o un diámetro de la capa central 142a en un plano perpendicular a una dirección de grosor de la célula solar mientras atraviesa el centro del hilo conductor 142. En este ejemplo, la capa de revestimiento 142b presenta un grosor muy pequeño en una parte de la misma dispuesta en el centro de la capa central 142a y, de esta manera, su influencia en la anchura del hilo conductor 142 es pequeña. En este sentido, la anchura $W1$ del hilo conductor 142 puede equivaler a una suma de anchuras o diámetros de la capa central 142a y la capa de revestimiento 142b en el plano perpendicular a la dirección de grosor de la célula solar mientras atraviesa el centro de la capa central 142a.

Como se ha descrito anteriormente, puede obtenerse una mejora de la potencia de salida mediante la provisión de los hilos conductores en forma de alambre 142. En esta forma de realización, no obstante, unas células solares vecinas 150 se conectan eléctricamente mediante unos hilos conductores 142 que presentan una anchura menor que la de los casos convencionales y, de esta manera, la fuerza de fijación de los hilos conductores 142 a los electrodos 42 y 44 puede ser insuficiente debido a que el área de fijación de cada hilo conductor 142 a los electrodos 42 y 44 puede ser pequeña. Además, cuando los hilos conductores 142 presentan una sección transversal redonda con una forma circular, ovalada o curva, el área de fijación de cada hilo conductor 142 a los electrodos 42 y 44 puede reducirse aún más y, de esta manera, la fuerza de fijación de cada hilo conductor 142 puede reducirse aún más. Además, cuando los hilos conductores 142 presentan una sección transversal redonda con una forma circular, ovalada o curva, la célula solar 150 o el sustrato semiconductor 160 pueden doblarse con más facilidad debido a que el grosor de cada hilo conductor 142 puede estar relativamente incrementado.

En particular, en una zona entre la primera célula solar 151 y la segunda célula solar 152, cada hilo conductor 142 debería extenderse desde una posición situada sobre la superficie delantera de la primera célula solar 151 hasta una posición situada debajo de la superficie trasera de la segunda célula solar 152. Por esta razón, el hilo conductor 142 puede doblarse en esta zona. Es decir, tal como se ilustra en la figura 8, la primera sección 1421 del hilo conductor 142 está dispuesta sobre el primer electrodo 42 de la primera célula solar 151 mientras se mantiene en un estado de fijación (contacto) con el primer electrodo 42, y la segunda sección 1422 del hilo conductor 142 está dispuesta sobre el segundo electrodo 44 de la segunda célula solar 152 mientras se mantiene en un estado de fijación (contacto) con el segundo electrodo 44. En este caso, la tercera sección 1423 del hilo conductor 142 debería estar conectada entre la primera sección 1421 y la segunda sección 1422, mientras impide que la primera y la segunda secciones 1421 y 1422 se doblen. Con esta finalidad, la tercera sección 1423 puede comprender una parte 1423a doblada para presentar una forma de arco convexo hacia la superficie delantera de la primera célula solar 151, a fin de separarse de la primera célula solar 151 una distancia predeterminada en las inmediaciones del segundo borde 162 de la primera célula solar 151, y una parte 1423b doblada para presentar una forma de arco convexo hacia la superficie trasera de la segunda célula solar 152, y conectada con la parte 1423a mientras presenta un punto de inflexión con referencia a la parte 1423a, a fin de separarse de la primera célula solar 151 una distancia predeterminada en las inmediaciones del primer borde 161 de la segunda célula solar 152.

Cada una de las partes dobladas 1423a y 1423b de la tercera sección 1423 presenta una parte que se extiende desde un punto de conexión de la tercera sección 1423 conectada a una correspondiente de la primera y la segunda secciones 1421 y 1422 (en concreto, un punto correspondiente al borde correspondiente de la primera célula solar 151 o la segunda célula solar 152) en una dirección contraria a una correspondiente de la primera y la segunda células solares 151 y 152. Como consecuencia, el hilo conductor 142 está sometido a una fuerza en una dirección contraria a los electrodos 42 y 44 en las zonas correspondientes a unos bordes opuestos de las células solares 150.

Puesto que el límite entre la primera sección 1421 y la tercera sección 1423 o el límite entre la segunda sección 1422 y la tercera sección 1423 (en concreto, un punto de conexión del hilo conductor 142 conectado al electrodo 42 o 44) está más cerca del correspondiente borde de la correspondiente célula solar 150, la correspondiente parte en forma de arco de la tercera sección 1423 presenta un radio de curvatura que se reduce gradualmente. En este caso, la fuerza aplicada al hilo conductor 142 en una dirección contraria a las células solares 150 en zonas adyacentes a los bordes opuestos de las células solares 150 se incrementa y, de esta manera, la fuerza de fijación del hilo conductor 142 a los electrodos 42 y 44 puede reducirse. Por esta razón, cuando se facilitan los hilos conductores en forma de alambre 142, como en esta forma de realización, los extremos de los electrodos 42 y 44 deberían estar separados de los correspondientes bordes de las células solares 150 por una distancia predeterminada o más en las zonas correspondientes a unos respectivos puntos de conexión de cada hilo conductor 142 y, de esta manera, el hilo conductor 142 podría fijarse a los electrodos 42 y 44 mientras presenta suficiente fuerza de acoplamiento o fuerza de fijación.

En consecuencia, en esta forma de realización, los electrodos 42 y 44 de las células solares 150 están diseñados tomando en consideración las condiciones descritas anteriormente. Esto se describirá en detalle con referencia a las figuras 9 y 10. En lo sucesivo, se facilita una descripción detallada en conjunción con el primer electrodo 42 con referencia a las figuras 9 y 10 y, a continuación, se describe el segundo electrodo 44.

La figura 9 es una vista en planta que ilustra una célula solar comprendida en el panel solar de la figura 1 y los hilos conductores conectados a la misma. La figura 10 es una vista en planta que ilustra la célula solar comprendida en el panel solar de la figura 1.

Con referencia a las figuras 9 y 10, en la forma de realización ilustrada, la célula solar 150 (o el sustrato semiconductor 160) puede estar dividida en un área de electrodo EA y un área de borde PA. En este caso, la célula solar 150 (o el sustrato semiconductor 160) puede comprender, por ejemplo, un primer y un segundo bordes 161 y 162 paralelos a las líneas de dedo 42a, y un tercer y un cuarto bordes 163 y 164 que cruzan (por ejemplo, perpendicularmente o con una inclinación) las líneas de dedo 42a. El tercer y cuarto bordes 163 y 164 pueden comprender unas respectivas partes centrales 163a y 164a que ocupan grandes partes del tercer y cuarto bordes 163 y 164, y unas respectivas partes inclinadas 163b y 164b conectadas al primer y segundo bordes 161 y 162 mientras se extienden inclinadas desde las respectivas partes centrales 163a y 164a. En consecuencia, la célula solar 150 puede presentar, por ejemplo, una forma casi octogonal vista en un plano. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a la forma descrita anteriormente, y la forma plana de la célula solar 150 puede variar.

En esta forma de realización, el área de electrodo EA puede ser un área donde las líneas de dedo 42a, que se extienden en paralelo, se disponen con un espaciado uniforme P. La zona de borde PA puede ser un área donde no hay ninguna línea de dedo 42a dispuesta, o donde unas partes de electrodo están dispuestas con una densidad menor que la de las líneas de dedo 42a en el área de electrodo EA. En esta forma de realización, se ilustra el caso en el que las partes de electrodo de los primeros electrodos 42 no están dispuestas en el área de borde PA.

En esta forma de realización, el área de electrodo EA puede comprender una pluralidad de áreas de electrodo divididas con referencia a las líneas de barra de bus 42b o los hilos conductores 142. De forma más particular, el

5 área de electrodo EA puede comprender una primera área de electrodo EA1 definida entre dos líneas de barra de bus 42b o hilos conductores 142 vecinos, y dos segundas áreas de electrodo EA2 cada una de las cuales está definida entre un borde correspondiente de entre el tercer y cuarto bordes 163 y 164 en la célula solar 150 y el hilo conductor 142 adyacente. Puesto que en esta forma de realización se facilita una pluralidad de hilos conductores 142 (por ejemplo, seis o más) con referencia a una superficie de la célula solar 150, podría facilitarse una pluralidad de primeras áreas de electrodo EA1 (siendo el número de primeras áreas de electrodo EA1 menor en una unidad que el número de hilos conductores 142).

10 En este caso, la anchura de cada primera área de electrodo EA1, en concreto, una anchura W2, puede ser menor que la anchura de cada segunda área de electrodo EA2, en concreto, una anchura W3. En esta forma de realización, se facilita un número de hilos conductores 142 o líneas de barra de bus 42b. En consecuencia, la anchura W3 de cada segunda área de electrodo EA2 debería ser relativamente grande a fin de permitir que las partes inclinadas 163b o 164b del tercer o cuarto bordes 163 o 164 se dispusieran en la segunda área de electrodo EA2 y, de esta manera, podría impedirse que las líneas de barra de bus 42b o los hilos conductores 142 se dispusieran en el tercer o cuarto bordes 163 o 164. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y la anchura W2 de cada primera área de electrodo EA1 y la anchura W3 de cada segunda área de electrodo EA2 pueden presentar valores diversos.

20 Puesto que en esta forma de realización las líneas de barra de bus 42b y los hilos conductores 142 están dispuestos con un espaciado uniforme, las anchuras W2 de las primeras áreas de electrodo EA1 pueden ser sustancialmente iguales. En consecuencia, los portadores pueden migrar para una distancia de movimiento media y, de esta manera, la eficacia de captación de portadores puede mejorarse.

25 Mientras tanto, el área de borde PA puede comprender unas primeras áreas de borde PA1 cada una de las cuales corresponde a una zona donde está dispuesto cada hilo conductor 142, mientras está definida entre líneas de dedo vecinas 42a, y unas segundas áreas de borde PA2 correspondientes a una parte restante del área de borde PA, excepto las primeras áreas de borde PA1, mientras está definida entre las más externas de las líneas de dedo 42a y los correspondientes del primer al cuarto bordes 161, 162, 163 y 164 del sustrato semiconductor 160, a fin de obtener una distancia específica entre el sustrato semiconductor 160 y el primer electrodo 42. Cada área de borde PA1 puede estar dispuesta en una parte de zona adyacente al correspondiente borde de la célula solar 150 en la correspondiente zona donde está dispuesto un hilo conductor 142. Cada primera área de borde PA1 es un área donde cada extremo del primer electrodo 42 está separado del correspondiente borde de la célula solar 150, para permitir que el correspondiente hilo conductor 142 se fije al primer electrodo mediante una fuerza de acoplamiento suficiente.

35 El primer electrodo 42 puede comprender una pluralidad de líneas de dedo 42a separadas entre sí en el área de electrodo EA mientras presenta una anchura W5 uniforme y un espaciado P uniforme. En la figura 9, las líneas de dedo 42a ilustradas son paralelas mientras son paralelas a los bordes principales de la célula solar 150 (en particular, el primer y el segundo bordes). Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a la disposición descrita anteriormente.

40 Por ejemplo, las líneas de dedo 42a del primer electrodo 42 pueden presentar una anchura W5 de 35 a 120 μm . Por ejemplo, las líneas de dedo 42a del primer electrodo 42 pueden presentar también un espaciado P de 1,2 a 2,8 mm. El número de líneas de dedo 42a dispuestas en una dirección que cruza las líneas de dedo 42a puede ser de 55 a 130. La anchura W5 y el espaciado P mencionados anteriormente pueden obtenerse en condiciones de procedimiento simples. La anchura W5 y el espaciado P están definidos para reducir al mínimo la pérdida por sombras causada por las líneas de dedo 42a mientras se realiza una captación eficaz de corriente generada a través de conversión fotoeléctrica. Cada línea de dedo 42a puede presentar un grosor de 5 a 50 μm . Dicho grosor de la línea de dedo 42a puede obtenerse fácilmente en un procedimiento de formación de la línea de dedo 42a. Además, la línea de dedo 42a puede presentar una resistencia específica deseada en el rango de grosor descrito anteriormente. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente y, la anchura, el espaciado, el grosor, etc., de las líneas de dedo 42a puede variar de conformidad con la variación de las condiciones de un procedimiento, el tamaño de la célula solar 150, el material de las líneas de dedo 42a o similares.

55 En este caso, la anchura W1 de los hilos conductores 142 puede ser menor que el espaciado P de las líneas de dedo 42a, mientras es mayor que la anchura de las líneas de dedo 42a. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a dichas condiciones, y son posibles diversas variantes.

60 Además, el primer electrodo 42 puede comprender unas líneas de barra de bus 42b formadas en una dirección que cruza las líneas de dedo 42a en el área de electrodo EA, para conectar las líneas de dedo 42a. Por ejemplo, cada línea de barra de bus 42b puede estar formada para extenderse continuamente desde una zona adyacente al primer borde 161 hasta una zona adyacente al segundo borde 162. Tal como se ha descrito anteriormente, cada línea de barra de bus 42b puede estar dispuesta para corresponderse con una zona donde cada hilo conductor 142 está dispuesto para conectar células solares vecinas 150. Las líneas de barra de bus 42b pueden facilitarse para mantener una correspondencia uno a uno con los hilos conductores 142. En consecuencia, en la presente forma de

realización, las líneas de barra de bus 42b son iguales en número a los hilos conductores 142 con referencia a una superficie de la célula solar 150. En la presente forma de realización, cada línea de barra de bus 42b puede equivaler a una parte de electrodo dispuesta adyacente al correspondiente hilo conductor 142, y está formada para extenderse en una dirección que cruza perpendicular o inclinada las líneas de dedo 42a mientras está conectada o está en contacto con el correspondiente hilo conductor 142.

Cada línea de barra de bus 42b puede comprender una sección de línea 421 que se extiende en gran medida en una dirección de tal forma que el correspondiente hilo conductor 142 está conectado a la línea de barra de bus 42b, mientras presenta una anchura relativamente pequeña, y unas secciones de contacto 422 que presentan una anchura mayor que la sección de línea 421, para incrementar un área de conexión con el correspondiente hilo conductor 142. Gracias a la estrecha sección de la línea 421, podría reducirse al mínimo el área que bloquea la luz incidente sobre la célula solar 150. Gracias a las anchas secciones de contacto 422, podría aumentarse la fuerza de fijación entre el hilo conductor 142 y la línea de barra de bus 42b mientras se reduce la resistencia de contacto. Cada línea de barra de bus 42b puede comprender unas secciones de ampliación conectadas a unos extremos de las líneas de dedo 42a adyacentes a una correspondiente de las primeras áreas de borde PA1 mientras separa la correspondiente primera área de borde PA1 del área de electrodo EA.

Las secciones de contacto 422 pueden comprender unas primeras secciones de contacto 422a dispuestas en extremos opuestos de la sección de línea 421 (en concreto, unas zonas donde el hilo conductor 142 está conectado con el primer electrodo 42), y unas segundas secciones de contacto 422b dispuestas en una zona interna de la línea de barra de bus 42b, excepto en las primeras secciones de contacto 422a. Tal como se ha descrito anteriormente, puede aplicarse una fuerza al hilo conductor 142 en los extremos de la sección de línea 421 o en las primeras secciones de contacto 422a en una dirección contraria al primer electrodo 42 (una dirección contraria al sustrato semiconductor 160). En consecuencia, cuando las primeras secciones de contacto 422a presentan un área mayor que las segundas secciones de contacto 422a, puede obtenerse una alta fuerza de fijación entre el hilo conductor 142 y el primer electrodo 42. En este caso, aunque las primeras secciones de contacto 422a presenten una anchura mayor que las segundas secciones de contacto 422b, no se produce ningún efecto destacable en el aumento de fuerza de fijación al hilo conductor 142. En este sentido, las primeras secciones de contacto 422a pueden presentar una longitud L1 (una longitud medida en una dirección longitudinal del hilo conductor 142) mayor que una longitud L2 de las segundas secciones de contacto 422b (una longitud medida en la dirección longitudinal del hilo conductor 142).

Las secciones de contacto 422 pueden presentar una anchura (más particularmente, las anchuras de las primeras secciones de contacto 422a y las segundas secciones de contacto 422b) mayor que las de la sección de línea 421 y líneas de dedo 42a. El espaciado de las líneas de barra de bus 42b puede ser mayor que el espaciado de las líneas de dedo 42a.

En la presente forma de realización, las secciones de línea 421 de las líneas de barra de bus 42b ilustradas se corresponden con unos correspondientes hilos conductores 142. Más particularmente, en casos convencionales, se facilitan unos electrodos de barra de bus, que se corresponden con los hilos conductores 142 y presentan una anchura mucho mayor que las líneas de dedo 42a. En esta forma de realización, no obstante, se facilitan las secciones de línea 421 de las líneas de barra de bus 42b, que presentan una anchura mucho menor que los electros de barra de bus. En esta forma de realización, cada sección de línea 421 se conecta con una pluralidad de líneas de dedo 42a y, de esta forma, ofrece una trayectoria, a lo largo de la cual se lleva a cabo la derivación de portadores cuando una parte de las líneas de dedo 42a está cortocircuitada.

En la presente memoria, los electros de barra de bus equivalen a partes de electrodos formadas en una dirección que cruza las líneas de dedo, para corresponderse con unas respectivas cintas, mientras presentan una anchura correspondiente a 12 veces o más (normalmente 15 veces o más) la anchura de cada línea de dedo. Puesto que los electros de barra de bus presentan una anchura relativamente grande, en casos normales se forman dos o tres electros de barra de bus. Mientras tanto, las secciones de línea 421 de las líneas de barra de bus 42b de esta forma de realización pueden equivaler a unas partes de electrodo formadas en una dirección que cruza las líneas de dedo 42a, para corresponderse con unos respectivos hilos conductores 142, mientras presentan una anchura correspondiente a 10 veces o menos la anchura de cada línea de dedo 42a.

Por ejemplo, la anchura de la sección de línea 421, en concreto, una anchura W4, puede ser de 0,5 a 10 veces la anchura de cada línea de dedo 42a, en concreto, una anchura W5. Cuando la razón de la anchura W4 a la anchura W5 es 0,5 o inferior, los efectos de la sección de línea 421 pueden ser insuficientes. Por otro lado, cuando la razón es superior a 10, la pérdida por sombras puede incrementarse debido a que la anchura W4 de la sección de línea 421 es excesivamente grande. En particular, en esta forma de realización, se facilita un número de secciones de línea 421 debido a que se facilita un número de hilos conductores 142 y, de esta manera, la pérdida por sombras puede incrementarse todavía más. Más particularmente, la anchura W4 de la sección de línea 421 puede ser de 0,5 a 7 veces la anchura W5 de la línea de dedo 42a. Por ejemplo, la anchura W4 de la sección de línea 421 puede ser de 0,5 a 4 veces la anchura W5 de la línea de dedo 42a, tomando en consideración la pérdida por sombras. Más particularmente, la anchura W4 de la sección de línea 421 puede ser de 0,5 a 3 veces la anchura W5 de la línea de dedo 42a. En este rango, la eficacia de la célula solar 150 puede aumentar en gran medida.

Por otro lado, la anchura W4 de la sección de línea 421 puede ser menor o igual que la anchura W1 del hilo conductor 142. Cuando el hilo conductor 142 presenta una forma circular, ovalada o redonda, la anchura o área de contacto del hilo conductor 142 está en contacto con la sección de línea 421 en la superficie trasera de este y, de esta manera, la anchura W4 de la sección de línea 421 puede ser menor o igual que la anchura W1 del hilo conductor 142. Cuando la anchura W4 de la sección de línea 421 es relativamente pequeña, podrían reducirse los costes de material del primer electrodo 42 a través de la reducción del área del primer electrodo 42.

Por ejemplo, la razón de la anchura W1 del hilo conductor 142 a la anchura W4 de la sección de línea 421 puede ser de 1:0,07 a 1:1. Cuando la razón es menor que 1:0,07, las características eléctricas o similares pueden deteriorarse debido a que la anchura W4 de la sección de línea 421 es demasiado pequeña. Por otro lado, cuando la relación es superior a 1:1, podría ser imposible mejorar en gran medida las características de contacto con la sección de línea 421 o similares, a pesar de que el área del primer electrodo 42 se incrementa. Como consecuencia, la pérdida por sombras, los costes de material, etc., pueden incrementarse. Por ejemplo, la razón puede ser de 1:0,1 a 1:0,5 (más particularmente, de 1:0,1 a 1:0,3), tomando en consideración la pérdida por sombras, los costes de material, etc.

Mientras tanto, la anchura W4 de la sección de línea 421 puede ser de 35 a 350 μm . Cuando la anchura W4 de la sección de línea 421 es menor que 35 μm , las características eléctricas o similares pueden deteriorarse debido a que la anchura W4 de la sección de línea 421 es demasiado pequeña. Por otro lado, cuando la anchura W4 de la sección de línea 421 es superior a 350 μm , podría ser imposible mejorar en gran medida las características de contacto con la sección de línea 421 o similares, a pesar de que el área del primer electrodo 42 se incrementa. Como consecuencia, la pérdida por sombras, los costes de material, etc., pueden incrementarse. Por ejemplo, la anchura W4 de la sección de línea 421 puede ser de 35 a 200 μm (más particularmente, de 35 a 120 μm), tomando en consideración la pérdida por sombras, los costes de material, etc.

Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y la anchura W4 de la sección de línea 421 puede variarse dentro de un rango capaz de reducir al mínimo la pérdida por sombras, mientras se transfiere con eficacia la corriente generada a través de conversión fotoeléctrica.

Mientras tanto, la anchura de cada sección de contacto 422, en concreto, una anchura W6, es mayor que la anchura W4 de la sección de línea 421, mientras es mayor o igual que la anchura W1 del hilo conductor 142. Puesto que la sección de contacto 422 es una sección para permitir una mejora de la fuerza de fijación del hilo conductor 142 a través del incremento de un área de contacto de esta con el hilo conductor 142, la sección de contacto 422 presenta una anchura mayor que la anchura de la sección de línea 421, mientras es mayor o igual que la anchura del hilo conductor 142.

Por ejemplo, la razón de la anchura W1 del hilo conductor 142 a la anchura W6 de la sección de contacto 422 puede ser de 1:1 a 1:5. Cuando la razón es menor que 1:1, la fuerza de fijación entre la sección de contacto 422 y el hilo conductor 142 puede ser insuficiente debido a que la anchura W6 de la sección de contacto 422 es insuficiente. Por otro lado, cuando la razón es superior a 1:5, la pérdida por sombras puede incrementarse debido a que el área de la sección de contacto 422 que causa la pérdida por sombras se incrementa. La razón puede ser de 1:2 a 1:4 (más particularmente, de 1:2,5 a 1:4), tomando en consideración la fuerza de fijación, la pérdida por sombras, etc.

Mientras tanto, por ejemplo, la anchura W6 de la sección de contacto 422 puede ser de 0,25 a 2,5 mm. Cuando la anchura W6 de la sección de contacto 422 es menor que 0,25 mm, la fuerza de fijación entre la sección de contacto 422 y el hilo conductor 142 puede ser insuficiente debido a que el área de contacto de la sección de contacto 422 con el hilo conductor 142 es insuficiente. Por otro lado, cuando la anchura W6 de la sección de contacto 422 es mayor que 2,5 mm, la pérdida por sombras puede incrementarse debido a que el área de la sección de contacto 422 que causa la pérdida por sombras se incrementa. Por ejemplo, la anchura W6 de la sección de contacto 422 puede ser de 0,8 a 1,5 mm.

Mientras tanto, la sección de contacto 422 puede presentar unas longitudes L1 y L2 mayores que la anchura de cada línea de dedo 42a. Por ejemplo, las longitudes L1 y L2 de la sección de contacto 422 pueden ser de 0,035 a 30 mm. Cuando las longitudes L1 y L2 de la sección de contacto 422 son menores que 0,035 mm, la fuerza de fijación entre la sección de contacto 422 y el hilo conductor 142 puede ser insuficiente debido a que el área de contacto de la sección de contacto 422 con el hilo conductor 142 es insuficiente. Por otro lado, cuando las longitudes L1 y L2 de la sección de contacto 422 son mayores que 30 mm, la pérdida por sombras puede incrementarse debido a que el área de la sección de contacto 422 que causa la pérdida por sombras se incrementa.

En este caso, la longitud L1 de cada primera sección de contacto 422a, a la que se aplica una fuerza mayor, puede ser mayor que la longitud L2 de cada segunda sección de contacto 422b. Más particularmente, la longitud L1 de la primera sección de contacto 422a puede ser de 0,4 a 30 mm. Tomando en consideración la pérdida por sombras, la longitud L1 de la primera sección de contacto 422a puede ser de 0,4 a 3,2 mm. La longitud L2 de cada segunda sección de contacto 422b puede ser de 0,035 a 1 mm. Más particularmente, la longitud L2 de la segunda sección de contacto 422b puede ser de 0,4 a 1 mm. En consecuencia, la fuerza de fijación obtenida por la primera sección de

contacto 422a, a la que se aplica una fuerza mayor, puede incrementarse todavía más, y el área de la segunda sección de contacto 422b puede reducirse y, de esta manera, la pérdida por sombras, los costes de material, etc., pueden reducirse. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y la anchura de la primera sección de contacto 422a puede ser mayor que la anchura de la segunda sección de contacto 422b. De forma alternativa, la anchura y la longitud de la primera sección de contacto 422a pueden ser mayores que las de la segunda sección de contacto 422b, respectivamente.

Mientras tanto, por ejemplo, la razón de la anchura W5 de cada línea de dedo 42a a las longitudes L1 y L2 de la sección de contacto 422 puede ser de 1:1,1 a 1:20. Dentro de este rango, el área de fijación entre la sección de contacto 422 y el hilo conductor 142 se incrementa y, de esta manera, la fuerza de fijación entre la sección de contacto 422 y el hilo conductor 142 puede incrementarse.

Mientras tanto, por ejemplo, la razón de la anchura W1 del hilo conductor 142 a las longitudes L1 y L2 de cada sección de contacto 422 puede ser de 1:1 a 1:10. Cuando la razón es 1:1, la fuerza de fijación entre la sección de contacto 422 y el hilo conductor 142 puede ser insuficiente debido a que las longitudes L1 y L2 de la sección de contacto 422 son insuficientes. Por otro lado, cuando la razón es superior a 1:10, la pérdida por sombras puede incrementarse debido a que el área de la sección de contacto 422 que causa la pérdida por sombras se incrementa. La razón puede ser de 1:3 a 1:6, tomando en consideración la fuerza de fijación, la pérdida por sombras, etc.

Para una línea de barra de bus 42b, pueden facilitarse de 6 a 24 (por ejemplo, de 12 a 22) secciones de contacto 422. Las secciones de contacto 422 pueden estar dispuestas de tal forma que están separadas entre sí cierta distancia. Por ejemplo, puede disponerse una sección de contacto 422 por cada 2 a 10 líneas de dedo 42a. De conformidad con esta disposición, unas zonas donde el área de contacto entre la línea de barra de bus 42b y el hilo conductor 142 se incrementa se facilitan a intervalos regulares y, de esta manera, la fuerza de fijación entre la línea de barra de bus 42b y el hilo conductor 142 puede incrementarse. De forma alternativa, las secciones de contacto 422 pueden estar dispuestas de tal forma que la distancia entre unas adyacentes de las secciones de contactos 422 varía. En particular, las secciones de contacto 422 pueden estar dispuestas con una densidad mayor en unas partes terminales de la línea de barra de bus 42b, a las que se aplica una fuerza mayor que a la parte restante de la línea de barra de bus (en concreto, la parte central de la línea de barra de bus 42b). Obviamente, son posibles variantes diversas.

Con referencia nuevamente a la figura 7, cuando una capa de revestimiento 142b (una capa de revestimiento separada para la fijación del hilo conductor 142 a las secciones de contacto 422, por ejemplo, una capa de soldadura) está dispuesta en una zona adyacente a cada sección de contacto 422, la razón de la anchura W1 del hilo conductor 142 a la anchura de la capa de revestimiento 142b, en concreto, una anchura W7, puede ser de 1:1 a 1:3,33. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y la razón puede adoptar diversos valores.

Mientras tanto, la anchura de cada sección de contacto 422 puede ser mayor o igual que la anchura W7 de la capa de revestimiento 142b en la zona adyacente a cada sección de contacto 422. Por ejemplo, la razón de la anchura W7 de la capa de revestimiento 142b en la zona adyacente a la sección de contacto 422 a la anchura W6 de la sección de contacto 422 puede ser de 1:1 a 1:4,5. Cuando la razón es menor que 1:1, las características de unión del hilo conductor 142 y la sección de contacto 422 pueden ser inferiores. Por otro lado, cuando la razón es mayor que 1:4,5, la pérdida por sombras y los costes de fabricación pueden incrementarse debido a que el área de la sección de contacto 422 se incrementa.

Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y la anchura W6 y las longitudes L1 y L2 de cada sección de contacto 422 pueden presentar diversos valores dentro de un rango capaz de aumentar la fuerza de fijación de la sección de contacto 422 al hilo conductor 142 a través de un incremento del área de contacto de la sección de contacto 422 con el hilo conductor 142. Alternativamente, las secciones de contacto 422 se podrían facilitar por separado.

Con referencia nuevamente a la figura 9, cada línea de barra de bus 42b puede comprender unas secciones de ampliación 423 conectadas a cada extremo de la sección de línea 421 en la línea de barra de bus 42b mientras separa la correspondiente primera área de borde PA1 de la correspondiente área de electrodo EA. Las secciones de ampliación 423 pueden conectar los extremos de las líneas de dedo 42a dispuestos adyacentes a la primera área de borde PA1. Cuando se facilitan las secciones de ampliación 423, las secciones de ampliación 423 son operativas para ofrecer una trayectoria, a lo largo de la cual pueden fluir unos portadores cuando una parte de las líneas de dedo 42a está cortocircuitada.

Las secciones de ampliación 423 pueden estar dispuestas inclinadas sobre las líneas de dedo 42a y la línea de barra de bus 42b de tal forma que la anchura de la primera área de borde PA1 se incrementa gradualmente hacia una correspondiente del primer y del segundo bordes 161 y 162 de la célula solar 150. Por ejemplo, la primera área de borde PA1 puede presentar una forma casi triangular. Las dos secciones de ampliación 423 que definen la primera área de borde PA1 pueden formar una forma casi de "V". De conformidad con dichas formas, unos extremos externos encarados de las líneas de dedo 42a en dos áreas de electrodo EA adyacentes a la primera área de borde

PA1 pueden estar dispuestos para separarse gradualmente unos de otros. Además, la primera área de borde PA1 puede presentar una forma con una anchura que se incrementa gradualmente hacia el correspondiente primer o segundo borde 161 o 162 de la célula solar 150 entre las dos áreas de electrodo EA. En consecuencia, la parte terminal de cada área de electrodo EA adyacente a la primera área de borde PA1 puede presentar una anchura menor que la parte restante del área de electrodo EA. Por ejemplo, la primera área de borde PA1 puede presentar una forma de triángulo isósceles, y cada área de electrodo EA puede presentar una forma casi octogonal.

En consecuencia, cada hilo conductor 142 puede estar dispuesto de forma estable en la correspondiente área de borde PA1 sin estar fijado a las correspondientes secciones de ampliación 423. En esta forma de realización, un extremo de cada hilo conductor 142 (un extremo superior en la figura 9) que no está conectado con otra célula solar 150 puede extenderse hasta el interior de la correspondiente primera área de borde PA1 dispuesta entre un extremo de la correspondiente sección de línea 421 y el correspondiente borde de la célula solar 150 (en concreto, el primer borde 161) tras pasar por un extremo de la sección de línea 421 (un extremo superior en la figura 9) y, de esta manera, puede disponerse dentro de la primera área de borde PA1. En consecuencia, podría fijarse de forma estable el hilo conductor 142 a un extremo de la sección de la línea 421 y, de esta manera, el hilo conductor 142 podría fijarse al primer electrodo 42 mediante una fuerza de fijación suficiente. Por otro lado, cuando un extremo del hilo conductor 142 está dispuesto en el extremo de la sección de línea 421, o no llega al extremo de la sección de línea 421, el extremo del hilo conductor 142 puede estar fijado de forma inestable a la primera sección de contacto 422a dispuesta en el extremo de la sección de línea 421. Mientras tanto, cuando el hilo conductor 142 se extiende hasta la correspondiente segunda área de borde PA2, podría generarse un cortocircuito innecesario.

Por otro lado, el otro extremo del hilo conductor (un extremo inferior en la figura 9) está conectado con la línea de barra de bus 42b de la célula solar vecina 150 tras pasar por el otro extremo de la sección de línea 421, la correspondiente área de borde PA1 y la correspondiente segunda área de borde PA.

Por ejemplo, la longitud de una parte del hilo conductor 142 dispuesta en cada primera área de borde PA1 puede ser mayor que la longitud de una parte de la primera área de borde PA1 donde no está dispuesta la parte del hilo conductor 142. Es decir, la razón de una longitud L3 de la primera área de borde PA1 a una longitud L4 de la primera área de borde PA1 puede ser de 1:0,5 a 1:1. En este caso, el hilo conductor 142 puede fijarse de forma estable a la primera sección de contacto 422a. Más particularmente, la razón de la longitud L3 de la primera área de borde PA1 a la longitud L4 de la primera área de borde PA1 puede ser de 1:0,6 a 1:0,9. Dentro de este rango, el hilo conductor 142 puede fijarse de forma estable a la primera sección de contacto 422a mientras se impide que se extienda hasta la correspondiente segunda área de borde PA2. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente.

Mientras tanto, el hilo conductor 142 puede estar dispuesto sin estar fijado a la célula solar 150 en la primera área de borde PA1, a condición de que el hilo conductor 142 esté fijado a la línea de barra de bus 42b. Esto es debido a que la capa de revestimiento 142b del hilo conductor 142, que comprende un material de soldadura, puede estar fijada débilmente a la célula solar 150 en una zona donde no está dispuesta la línea de barra de bus 42b, aunque que la capa de revestimiento 412b pueda estar fijada firmemente a la línea de barra de bus 42b (en particular, las secciones de contacto 422).

La anchura de cada primera área de borde PA1 dispuesta entre unas más externas de las correspondientes líneas de dedo 42a, en concreto, una anchura W8, puede ser mayor que la anchura del hilo conductor 142. En consecuencia, el hilo conductor 142 puede estar dispuesto de forma estable en la primera área de borde PA1. En particular, el hilo conductor 142 puede mantenerse en la primera área de borde PA1, incluso cuando el hilo conductor 142 está doblado lateralmente dentro de la primera área de borde PA1 durante un procedimiento de fijación del hilo conductor 142.

La anchura W8 de la primera área de borde PA1 puede ser de 0,73 a 3,8 mm. Por ejemplo, la anchura W8 de la primera área de borde PA1 puede ser de 0,73 a 2 mm. Mientras tanto, la razón de la anchura W1 del hilo conductor 142 a la anchura de la primera área de borde PA1 puede ser de 1:1,46 a 1:15,2 (por ejemplo, de 1:1,46 a 1:5). Dentro de este rango, el hilo conductor 142 puede estar dispuesto de forma estable en la primera área de borde PA1.

Mientras tanto, suponiendo que "L" representa la anchura W8 de la primera área de borde PA1, y "D" representa una distancia de borde, "L" y "D" pueden satisfacer la expresión 1 siguiente. En este caso, la distancia de borde D equivale a la distancia entre cada extremo del primer electrodo 42 y el borde de la célula solar 150 adyacente al extremo del primer electrodo 42 (más particularmente, el primer o el segundo bordes 161 o 162) en una zona donde está dispuesto el hilo conductor 142.

<Expresión 1>

$$0,9 * (0,1569 * D + 0,3582) \leq L \leq 1,1 * (0,1569 * D + 0,3582)$$

(En este caso, la unidad de "L" es mm y la unidad de "D" es mm.)

La expresión 1 anterior se basa en el hecho de que la anchura W9 de la primera área de borde PA1 debería ser suficientemente grande cuando la distancia de borde D es grande, debido a que un fenómeno en el que el hilo conductor 142 se dobla puede incrementarse cuando la distancia de borde D se incrementa. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente.

La anchura de cada sección de ampliación 423 es menor que la anchura de la sección de línea 421. Por ejemplo, la anchura de la sección de línea 421 puede presentar un valor correspondiente a 2 veces o más la anchura de cada sección de ampliación 423. Entonces, la suma de las anchuras de dos secciones de ampliación 423 en una zona donde las dos secciones de ampliación 423 se bifurcan desde la sección de línea 421 es menor o igual que la anchura de la sección de línea 421. En consecuencia, podría reducirse al mínimo la anchura de cada sección de ampliación 423 mientras se impide que la anchura de la línea de barra de bus 42b se incremente en una zona donde las dos secciones de ampliación 423 están conectadas con la sección de línea 421. Por ejemplo, la anchura W4 de la sección de línea 421 puede ser de 2 a 10 veces la anchura de cada sección de ampliación 423. Mientras tanto, por ejemplo, la anchura de línea de cada sección de ampliación 423 puede ser de 35 a 120 μm .

Por otro lado, la anchura de cada sección de ampliación 423 puede ser igual o similar a la anchura de cada línea de dedo 42a. Por ejemplo, la anchura de cada sección de ampliación 423 puede ser 2 veces o menos (por ejemplo, de 0,5 a 2 veces) la anchura de cada línea de dedo 42a. En este caso, podría evitarse un incremento de la pérdida por sombras causada por las secciones de ampliación 423 mientras se obtienen los efectos de las secciones de ampliación 423. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente y, cada sección de ampliación 423 puede presentar diversas anchuras en un rango capaz de conectar las correspondientes líneas de dedo 42a, obteniéndose de ese modo un flujo de corriente.

En esta forma de realización, cada línea de barra de bus 42b puede presentar un grosor de 3 a 45 μm . Dentro de este rango, la línea de barra de bus 42b puede formarse fácilmente, y puede presentar una resistencia determinada deseada. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y la anchura de la línea de barra de bus 42b o similar puede variarse de conformidad con unas variaciones de las condiciones de un procedimiento, el tamaño de la célula solar 150, el material de la línea de barra de bus 42b, etc.

En esta forma de realización, las líneas de dedo 42a y las líneas de barra de bus 42b pueden formarse como unas respectivas capas diferentes. Por ejemplo, tal como se ilustra en un círculo superior ampliado de la figura 9, las líneas de barra de bus 42b se forman en primer lugar y, a continuación, se forman las líneas de dedo 42a para disponerse sobre las líneas de barra de bus 42b de tal forma que las líneas de dedo 42a correspondientes a cada una de las líneas de barra de bus 42b se superponen con por lo menos una parte de la correspondiente línea de barra de bus 42b. En esta forma de realización, las líneas de dedo 42a dispuestas a un lado (por ejemplo, un lado izquierdo de la figura 9) de cada línea de barra de bus 42b y las líneas de dedo 42a dispuestas al otro lado (por ejemplo, un lado derecho de la figura 9) de la línea de barra de bus 42b están separadas entre sí. Sobre la línea de barra de bus 42b, en consecuencia, hay una zona donde no está formada ninguna línea de dedo 42a y, de esta manera, los costes de fabricación pueden reducirse al mínimo en relación con la formación de las líneas de dedo 42a. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y las líneas de dedo 42a pueden estar dispuestas para cruzar la parte completa de la línea de barra de bus 42b.

Las líneas de dedo 42a y las líneas de barra de bus 42b pueden estar hechas del mismo material o de diferentes materiales. Por ejemplo, cuando las líneas de dedo 42a y las líneas de barra de bus 42b se forman mediante impresión, una pasta para formar las líneas de barra de bus puede presentar una viscosidad relativamente baja, mientras que una pasta para formar las líneas de dedo 42a puede presentar una viscosidad relativamente alta. En consecuencia, en este caso, tras el curado, las líneas de barra de bus presentan un grosor mayor que las líneas de dedo 42a. En este sentido, cuando las líneas de dedo 42a se forman después de la formación de las líneas de barra de bus 42b, tal como se ha descrito anteriormente, puede obtenerse una formación más estable de estas.

Por ejemplo, la pasta para formar las líneas de dedo 42a pueden presentar un mayor contenido en metal (por ejemplo, plata) que la pasta para formar las líneas de barra de bus 42b. En este caso, la resistencia de las líneas de dedo 42a directamente asociada con la captación de portadores puede reducirse y, de esta manera, puede obtenerse un aumento de la eficacia de captación de portadores. Además, puede obtenerse una reducción de los costes de fabricación de conformidad con una reducción del contenido en metal de las líneas de barra de bus 42b.

Mientras tanto, las líneas de dedo 42a del primer electrodo 42 pueden estar formadas para extenderse a través de la película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24, y las líneas de barra de bus 42b pueden estar formadas sobre la película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24. En este caso, unas aberturas (designadas mediante el número de referencia "102" en la figura 3) que presentan una forma correspondiente a las líneas de dedo 42a pueden estar formadas en zonas donde no está formada ninguna línea de barra de bus 42b. Es decir, las aberturas no están formadas en zonas donde están formadas las líneas de barra de bus 42b. En este caso, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede presentar una forma correspondiente a unas zonas donde están

formadas las aberturas 102. Es decir, en el área de electrodo EA, la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede estar formada para presentar una forma correspondiente a las líneas de dedo 42a, sin estar formada en zonas correspondientes a las líneas de barra de bus 42b. En este caso, la sección de línea 421, las secciones de contacto 422 y las secciones de ampliación 423 que constituyen cada línea de barra de bus 42b están formadas sobre la película de pasivación 22 y la película antirreflectante 24, y la zona conductora de primer tipo de conducción 20 puede no estar formada en zonas correspondientes a las secciones 421, 422 y 423 de cada línea de barra de bus 42b. Entonces, la sección de línea 421, las secciones de contacto 422 y las secciones de ampliación 423 de cada línea de barra de bus 42b pueden constituir un electrodo flotante.

Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y las líneas de barra de bus 42b pueden formarse después de la formación de las líneas de dedo 42a. De forma alternativa, las líneas de dedo 42a y las líneas de barra de bus 42b pueden formarse simultáneamente a través de un único procedimiento mediante el mismo material y, de esta manera, pueden adoptar la forma de una única capa. Son posibles otras variantes.

Mientras tanto, el primer electrodo 42 puede comprender además unas líneas de borde 42c, cada una de las cuales está conectada con unos extremos de las líneas de dedo 42a más externas adyacentes a un borde correspondiente de entre los bordes tercero y cuarto 163 y 164 mientras separa una correspondiente de las segundas áreas de borde PA2 del área de electrodo EA. Cada línea de borde 42c puede estar separada del correspondiente tercer o cuarto borde 163 o 164 por una distancia uniforme en una zona adyacente al correspondiente tercer o cuarto bordes 163 o 164 mientras presenta una forma idéntica o similar a la del correspondiente tercer o cuarto borde 163 o 164. En este caso, cada línea de borde 42c conecta los extremos de las líneas de dedo 42a adyacentes al correspondiente tercer o cuarto borde 163 o 164.

Las segundas áreas de borde PA2 pueden estar dispuestas entre las líneas de borde 42c y el tercer y el cuarto bordes 163 y 164 y entre el primer y el segundo bordes 161 y 162 y las líneas de dedo 42a más externas adyacentes al primer y el segundo bordes 161 y 162, respectivamente, para adoptar la forma de un marco. Cada segunda área de borde PA2 puede presentar una anchura W9 de 0,5 a 1,5 mm. Cuando la anchura W9 de la segunda área de borde PA2 es menor que 0,5 mm, puede producirse una derivación innecesaria. Por otro lado, cuando la anchura W9 de la segunda área de borde PA2 es superior a 1,5 mm, el área de la zona ineficaz puede incrementarse y, de esta manera, la eficacia de la célula solar 150 puede ser insuficiente. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente.

La anchura de cada línea de borde 42c puede ser igual o similar a la anchura de cada línea de dedo 42a. La anchura y el grosor de cada línea de dedo 42a y las relaciones de cada línea de dedo 42a con otras secciones de electrodo y el hilo conductor 142 pueden aplicarse a las líneas de borde 42c de la misma manera.

En esta forma de realización, cuando "W" representa la anchura W1 del hilo conductor 142, y "D" representa la distancia de borde entre cada extremo del primer electrodo 42 y el borde de la célula solar 150 adyacente al extremo del primer electrodo 42 (más particularmente, el primer o el segundo borde 161 o 162) en una zona donde está dispuesto el hilo conductor 142, "W" y "D" pueden satisfacer la expresión 2 siguiente.

<Expresión 2>

$$13,732 * \ln(W) - 71,436 - 0,0000321462 * (W)^2 \leq D \leq 13,732 * \ln(W) - 71,436 + 0,0000321462 * (W)^2$$

(En este caso, la unidad de "W" es μm y la unidad de "D" es mm.)

Como se ha descrito anteriormente, se aplica fuerza, en una dirección contraria a la célula solar 150, al hilo conductor 142 por un extremo del primer electrodo donde está dispuesto el hilo conductor 142 y, de esta forma, la fuerza de fijación entre el hilo conductor 142 y el primer electrodo 42 puede reducirse. Es decir, tal como se ilustra en la figura 11, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 se incrementa, el grado de flexión de la célula solar 150 o el sustrato semiconductor 160 se incrementa. Con referencia a la figura 11, "alambre 300" corresponde al caso en el que la anchura W1 del hilo conductor 142 es de 300 μm , "alambre 330" corresponde al caso en el que la anchura W1 del hilo conductor 142 es de 330 μm y "alambre 400" corresponde al caso en el que la anchura W1 del hilo conductor 142 es de 400 μm . Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 se incrementa, se aplica una fuerza mayor al hilo conductor 142 por un extremo del primer electrodo en una dirección contraria a la célula solar 150 y, de esta manera, la fuerza de fijación entre el hilo conductor 142 y el primer electrodo 42 puede reducirse. A fin de evitar dicha reducción de la fuerza de fijación, la distancia de borde D se asegura adecuadamente en esta forma de realización para reducir al mínimo la tensión aplicada al primer electrodo 42.

Es decir, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 se incrementa, podría ejercerse suficiente fuerza de fijación entre el hilo conductor 142 y el primer electrodo 42 incrementando la distancia de borde D y, a continuación, el rango propuesto de la distancia de borde D según la anchura W1 del hilo conductor 142 tal como se indica en la expresión 2.

Más particularmente, se mide la fuerza de fijación del hilo conductor 1422 en el extremo del primer electrodo 42 mientras se varía la anchura W1 del hilo conductor 142 y la distancia de borde D. Durante la medición, se buscaron casos en los que aparecía una fuerza de fijación con un valor predeterminado o superior (por ejemplo, 1,5 N o más, preferentemente, 2 N o más), y se marcaron unos casos que presentaban el valor predeterminado o uno superior con una "x", tal como se representa en la figura 12. A continuación, se buscó un rango de la distancia de borde D según la anchura W1 del hilo conductor 142 donde se encontraban las marcas "x" y, de esta manera, se dedujo la expresión 2 anterior con respecto a los límites inferior y superior de la distancia de borde D.

Cuando la distancia de borde D está dentro del rango expresado por la expresión 2 anterior con la condición de que la anchura W1 del hilo conductor 142 presente un valor constante, el hilo conductor 142, que presenta una forma de alambre, puede mantenerse en un estado de fijación estable a los extremos del primer electrodo 42. En consecuencia, en esta forma de realización no solo podrían obtenerse diversos efectos según el uso del hilo conductor 142, que presenta una forma de alambre, sino también aumentar la fuerza de fijación del hilo conductor 142 a través del ajuste de la distancia de borde D.

Puesto que la anchura W1 del hilo conductor 142 es de 250 a 500 μm , la distancia de borde D puede presentar un valor de 2,37 a 21,94 mm. Más particularmente, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 250 μm , pero menor que 300 μm , la distancia de borde D puede ser de 2,37 a 9,78 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 300 μm , pero menor que 350 μm , la distancia de borde D puede ser de 3,99 a 12,94 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 350 μm , pero menor que 400 μm , la distancia de borde D puede ser de 5,06 a 15,98 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 400 μm , pero menor que 450 μm , la distancia de borde D puede ser de 5,69 a 18,96 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 450 μm , pero menor que 500 μm , la distancia de borde D puede ser de 5,94 a 21,94 mm. En los rangos indicados, se satisface la expresión 2 y, de esta manera, puede obtenerse una fuerza de fijación superior.

Por ejemplo, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 250 μm , pero menor que 300 μm , la distancia de borde D puede ser de 4 a 9,78 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 300 μm , pero menor que 350 μm , la distancia de borde D puede ser de 6 a 12,94 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 350 μm , pero menor que 400 μm , la distancia de borde D puede ser de 9 a 15,98 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 400 μm , pero menor que 450 μm , la distancia de borde D puede ser de 10 a 18,96 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 450 μm , pero inferior que 500 μm , la distancia de borde D puede ser de 12 a 21,94 mm. En los rangos indicados, puede ejercerse suficiente fuerza de fijación de forma más estable. En particular, cuando en esta forma de realización la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 350 μm , pero menor que 400 μm , la distancia de borde D puede ser de 9 a 15,98 mm. En este caso, la potencia de salida del panel solar 100 puede aumentar al máximo. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente.

Por ejemplo, la distancia de borde D puede ser menor que la anchura W2 de la primera área de electrodo EA1 (en concreto, la distancia o el espaciado entre dos líneas de barra de bus vecinas 42b o entre hilos conductores vecinos 142, mientras es menor que la anchura W3 de la segunda área de electrodo EA2 (en concreto, la distancia entre la línea de barra de bus 42b o el hilo conductor 142 adyacente a un borde de la célula solar 150 y el borde de la célula solar 150). En consecuencia, la distancia de borde D puede definirse para obtener una mejora de la eficacia de captación de portadores. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente.

En esta forma de realización, la distancia de borde D entre cada primera sección de contacto 422a y un borde correspondiente de entre el primer y segundo bordes 161 y 162 pueden satisfacer la expresión 2 anterior debido a que la primera sección de contacto 422a está dispuesta en el correspondiente extremo de la línea de barra de bus 42b donde está dispuesto el hilo conductor 142.

El número de hilos conductores 142 (el número de líneas de barra de bus 42b) dispuestos en una superficie de la célula solar 150 se refiere a la anchura W1 de cada hilo conductor 142. La figura 13 es un diagrama que representa unos resultados del panel solar 100 medidos mientras se varía la anchura de cada hilo conductor 142 y el número de hilos conductores 142. Con referencia a la figura 13, puede suceder que, cuando se facilitan de 6 a 33 hilos conductores 142 que presentan una anchura W1 de 250 a 500 μm , la potencia de salida del panel solar 100 sea de un valor superior. En este caso, puede suceder que, cuando la anchura W1 de cada hilo conductor 142 se incrementa, el número de hilos conductores 142 necesarios se reduzca.

Por ejemplo, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 250 μm , pero menor que 300 μm , el número de hilos conductores 142 (con referencia a una superficie de la célula solar 150) puede ser de 15 a 33. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 300 μm , pero menor que 350 μm , el número de hilos conductores 142 puede ser de 10 a 33. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 350 μm , pero menor que 400 μm , el número de hilos conductores 142 puede ser de 8 a 33. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 400 μm , pero inferior que 500 μm , el número de hilos conductores 142

puede ser de 6 a 33. Mientras tanto, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 350 μm , puede ser difícil incrementar aún más la potencia de salida del panel solar 100, aunque el número de hilos conductores 142 supere los 15. Cuando el número de hilos conductores 142 se incrementa, la carga sobre la célula solar 150 puede incrementarse. En este sentido, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 350 μm , pero menor que 400 μm , el número de hilos conductores 142 puede ser de 8 a 15. Además, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 400 μm , pero menor que 500 μm , el número de hilos conductores 142 puede ser de 6 a 15. A fin de aumentar aún más la potencia de salida del panel solar 100, el número de hilos conductores 142 puede ser mayor o igual que 10 (por ejemplo, de 12 a 13). Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y el número de hilos conductores 142 y el número de líneas de barra de bus 42b pueden presentar diversos valores.

Mientras tanto, el espaciado de los hilos conductores 142 (o el espaciado de las líneas de barra de bus 42b) puede ser de 4,75 a 26,13 mm. Este espaciado se determina tomando en consideración la anchura W1 de cada hilo conductor 142 y el número de hilos conductores 142. Por ejemplo, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 250 μm , pero menor que 300 μm , el espaciado de los hilos conductores 142 puede ser de 4,75 a 10,45 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 300 μm , pero menor que 350 μm , el espaciado de los hilos conductores 142 puede ser de 4,75 a 15,68 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 350 μm , pero menor que 400 μm , el espaciado de los hilos conductores 142 puede ser de 4,75 a 19,59 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 400 μm , pero menor que 500 μm , el espaciado de los hilos conductores 142 puede ser de 4,75 a 26,13 mm. Más particularmente, cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 350 μm , pero menor que 400 μm , el espaciado de los hilos conductores 142 puede ser de 10,45 a 19,59 mm. Cuando la anchura W1 del hilo conductor 142 es mayor o igual que 400 μm , pero menor que 500 μm , el espaciado de los hilos conductores 142 puede ser de 10,45 a 26,13 mm. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y el espaciado de los hilos conductores 142 y el espaciado de las líneas de barra de bus 42b pueden presentar diversos valores.

En esta forma de realización, el primer electrodo 42, los hilos conductores 142, el área de electrodo EA, el área de borde PA, etc., pueden estar dispuestos simétricamente en una dirección lateral (una dirección paralela a las líneas de dedo 42a) y una dirección vertical (una dirección paralela a las líneas de barra de bus 42b o los hilos conductores 142). De conformidad con esta disposición, puede obtenerse un flujo de corriente estable. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a la disposición descrita anteriormente.

Como se ha descrito anteriormente, se facilita una distancia de borde D suficiente entre un extremo de cada línea de barra de bus 42b (por ejemplo, un extremo superior de la figura 9) y/o en el otro extremo de cada línea de barra de bus 42b (por ejemplo, un extremo inferior de la figura 9) y el borde de la célula solar 150 adyacente (en concreto, el primer y/o segundo borde 161 o 162). En consecuencia, la distancia entre ambos extremos de la línea de barra de bus 42b en una dirección de ampliación de la línea de barra de bus 42b es menor que la distancia en la dirección de ampliación de la línea de barra de bus 42b entre una línea de dedo 42a más externa dispuesta en un lado terminal de la línea de barra de bus 42b (la línea de dedo situada más arriba en la figura 9) y la otra línea de dedo 42a más externa dispuesta en el otro lado terminal de la línea de barra de bus 42a (la línea de dedo situada más abajo en la figura 9) entre las líneas de dedo 42a. Por lo tanto, los efectos de la distancia de borde D pueden obtenerse en suficiente medida.

La descripción anterior se ha facilitado principalmente en conjunción con el primer electrodo 42 con referencia a las figuras 9 a 13. El segundo electrodo 44 puede comprender líneas de dedo, líneas de barra de bus y líneas de borde respectivamente correspondientes a las líneas de dedo 42a, líneas de barra de bus 42b y líneas de borde 42c del primer electrodo 42. Las descripciones facilitadas de las líneas de dedo 42a, líneas de barra de bus 42b y líneas de borde 42c del primer electrodo 42 pueden aplicarse a las líneas de dedo, líneas de barra de bus y líneas de borde del segundo electrodo 44 de una correspondiente manera. Así pues, la descripción facilitada de la zona conductora de primer tipo de conducción 20 asociada con el primer electrodo 42 puede aplicarse a la zona conductora de segundo tipo de conducción 30 asociada con el segundo electrodo 44 de una manera correspondiente. La descripción facilitada de la primera película de pasivación 22, la película antirreflectante 24 y las aberturas 102 asociadas con el primer electrodo 42 puede aplicarse a la segunda película de pasivación 30 y las aberturas 104 asociadas con el segundo electrodo 44 de una correspondiente manera.

La anchura, el espaciado, el número, etc., de las líneas de dedo 44a, las anchuras de línea y secciones de contacto de las líneas de barra de bus 44b y el espaciado, el número, etc., de las líneas de barra de bus 44b del segundo electrodo 44 pueden ser iguales a la anchura, el espaciado, el número, etc., de las líneas de dedo 42a, las anchuras de línea y secciones de contacto 421 y 422 de las líneas de barra de bus 42b y el espaciado, el número, etc., de las líneas de barra de bus 42b del primer electrodo 42, respectivamente. Como alternativa, la anchura, el espaciado, el número, etc., de las líneas de dedo 44a, las anchuras de línea y secciones de contacto de las líneas de barra de bus 44b y el espaciado, el número, etc., de las líneas de barra de bus 44b del segundo electrodo 44 pueden ser diferentes de la anchura, el espaciado, el número, etc., de las líneas de dedo 42a, las anchuras de línea y secciones de contacto 421 y 422 de las líneas de barra de bus 42b y el espaciado, el número, etc., de las líneas de barra de bus 42b del primer electrodo 42, respectivamente. Por ejemplo, las secciones de electrodo del segundo electrodo

44, sobre las cuales incide una cantidad de luz relativamente pequeña, pueden presentar una anchura mayor que las correspondientes secciones de electrodo del primer electrodo 42 y un espaciado menor que las correspondientes secciones de electrodo del primer electrodo 42. Son posibles otras variantes. Obviamente, el número y el espaciado de las líneas de barra de bus 42b del primer electrodo 42 pueden ser iguales a los del segundo electrodo 44. Además, el segundo electrodo 44 puede presentar una forma plana diferente de la del primer electrodo 42. Son posibles otras variantes.

De conformidad con esta forma de realización, podría reducirse al mínimo la pérdida por sombras a través de reflexión difusa, mediante los hilos conductores en forma de alambre 142. También podría reducirse la trayectoria de movimiento de los portadores reduciendo el espaciado de los hilos conductores 142. En consecuencia, la eficacia de la célula solar 150 y la potencia de salida del panel solar 100 pueden aumentar. Además, podría aumentarse la fuerza de fijación entre cada hilo conductor en forma de alambre 142 y el primer electrodo 42 definiendo la distancia de borde D del primer electrodo 42 de conformidad con la anchura del hilo conductor 142. En consecuencia, es posible evitar los daños a la célula solar 150 o similares, que se pueden producir debido a la separación del hilo conductor 142 del primer electrodo 42 y, de esta manera, la célula solar 150 puede presentar unas características eléctricas y fiabilidad superiores. Además, podría aumentarse al máximo la potencia de salida del panel solar 100 definiendo el número de hilos conductores 142 de conformidad con la anchura W1 de cada hilo conductor 142.

En lo sucesivo, se describirá una célula solar según otra forma de realización de la presente invención y un panel solar que incluye la misma con referencia a los dibujos adjuntos. La descripción anterior puede aplicarse de la misma manera a partes idénticas o similares a las descritas anteriormente y, por consiguiente, no se facilita ninguna descripción de las partes idénticas o similares y se describirán en detalle solo las partes que difieren de las descritas anteriormente.

La figura 14 es una vista en planta que ilustra una parte de la superficie delantera de una célula solar según otra forma de realización de la presente invención.

Con referencia a la figura 14, la célula solar puede comprender unas secciones de corte de línea S, en las cuales las líneas de dedo 42a dispuestas entre dos líneas de barra de bus 42b vecinas están cortadas en unas respectivas partes y dejan de ser continuas.

En este caso, las secciones de corte de línea S pueden estar formadas en las líneas de dedo 42a dispuestas en las primeras áreas de electrodo EA1, respectivamente, y pueden no formarse en las líneas de dedo 42a dispuestas en las segundas áreas de electrodo EA2. Aunque las líneas de dedo 42a de cada primera área de electrodo EA1 presentan unas respectivas secciones de corte de línea S, la corriente puede fluir sin problemas a través de las líneas de dedo 42a debido a que las líneas de dedo 42a están conectadas con dos líneas de barra de bus 42b o hilos conductores vecinos 142 situados en lados opuestos de estas. En consecuencia, en este caso podría reducirse el área del primer electrodo 42 sin obstruir el flujo de corriente en la primera área de electrodo EA1 y, de esta forma, los costes de fabricación y la pérdida por sombras podrían reducirse. Por otro lado, las líneas de dedo 42a de cada segunda área de electrodo EA2 están conectadas con una línea de barra de bus 42b o un hilo conductor 142 solo por un lado, y no presentan ninguna sección de corte de línea S y, de esta manera, la corriente puede fluir sin problemas hasta la línea de barra de bus 42b o el hilo conductor 142 dispuesto a un lado de las líneas de dedo 42a.

Las secciones de corte de línea S de las líneas de dedo 42a de cada primera área de electrodo EA1 pueden disponerse centralmente entre dos líneas de barra de bus vecinas 42b correspondientes a la primera área de electrodo EA1. En consecuencia, podría reducirse al mínimo una trayectoria de movimiento de corriente.

La anchura de cada sección de corte de línea S puede ser 0,5 veces o más el espaciado de cada línea de dedo 42a, y puede ser 0,5 veces o menos el espaciado de cada línea de barra de bus 42b. Cuando la anchura de cada sección de corte de línea S es menor que 0,5 veces el espaciado de cada línea de dedo 42a, los efectos de la sección de corte de línea S pueden ser insuficientes debido a que la sección de corte de línea S es demasiado estrecha. Por otro lado, cuando la anchura de cada sección de corte de línea S es mayor que 0,5 veces el espaciado de cada línea de barra de bus 42b, las características eléctricas pueden deteriorarse debido a que la sección de corte de línea S es demasiado ancha. Por ejemplo, la anchura de la sección de corte de línea S puede ser de 1,5 a 1,8 mm. Mientras tanto, por ejemplo, la anchura de cada sección de corte de línea S puede ser mayor que la anchura W6 de cada sección de contacto 422 de cada línea de barra de bus 42b. Dentro de este rango, los efectos de la sección de corte de línea S pueden aumentarse al máximo. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y la anchura de cada sección de corte de línea S puede presentar diversos valores.

La razón del número de líneas de dedo 42a que presentan secciones de corte de línea S en cada primera área de electrodo EA1 puede ser de 0,33 a 1 veces el número total de líneas de dedo 42a de la primera área de electrodo EA1 cuando los números de líneas de dedo 42a se miden en una dirección paralela a las líneas de barra de bus 42b. Dentro de este rango, los efectos de la sección de corte de línea S pueden aumentarse al máximo. Por ejemplo, en esta forma de realización, en cada primera área de electrodo EA1, las líneas de dedo 42a que conectan dos líneas vecinas 42b y líneas de dedo 42a que presentan secciones de corte de línea S se disponen alternadas unas

con otras. En consecuencia, en este caso podría reducirse al mínimo la distancia de movimiento media de los portadores mientras se facilita un número suficiente de secciones de corte de línea S. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y la razón de número descrita anteriormente puede variar.

Aunque las secciones de corte de línea S ilustradas en la figura 14 están dispuestas en cada primera área de electrodo EA1, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a esta disposición. Las secciones de corte de línea S pueden estar dispuestas en una parte de la pluralidad de primeras áreas de electrodo EA1, y pueden no estar dispuestas en la parte restante de la pluralidad de primeras áreas de electrodo EA1. Aunque en los dibujos y la descripción anterior la ilustración y descripción se han facilitado en relación con el primer electrodo 42, la descripción puede aplicarse al segundo electrodo 44 de la misma manera.

La figura 15 es una vista en planta que ilustra una parte de la superficie delantera de una célula solar según otra forma de realización de la presente invención.

Con referencia a la figura 15, la célula solar puede comprender unas líneas de dedo 42a, cada una de las cuales está dispuesta entre dos líneas de barra de bus 42b vecinas mientras presenta unas partes que presentan unas anchuras de línea diferentes. Cada una de las líneas de dedo 42a puede comprender una parte estrecha S1 que presenta una anchura relativamente pequeña, y una parte ancha S2 que presenta una anchura relativamente grande.

Por ejemplo, en esta forma de realización, cada una de las líneas de dedo 42a dispuestas en cada primera área de electrodo EA1 puede comprender una parte estrecha S1 y una parte ancha S2, y cada una de las líneas de dedo 42a dispuestas en cada segunda área de electrodo EA2 presenta una anchura uniforme (por ejemplo, una anchura igual a la de la parte ancha S2). En la primera área de electrodo EA1, la corriente puede fluir sin problemas debido a que las líneas de dedo 42a están conectadas entre dos líneas de barra de bus 42b o hilos conductores 142 vecinos. En consecuencia, podría reducirse el área del primer electrodo 42 gracias a las partes estrechas S1 del primer electrodo 42 sin obstruir el flujo de corriente y, de esta manera, podrían reducirse los costes de fabricación y la pérdida por sombras. Por otro lado, en la segunda área de electrodo EA2, las líneas de dedo 42a están conectadas con una línea de barra de bus 42b o un hilo conductor 142 solo por un lado, y presentan una anchura uniforme debido a que no existe ninguna parte estrecha S1 y, de esta manera, la corriente puede fluir sin problemas hasta la línea de barra de bus 42b o el hilo conductor 142 dispuestos a un lado de las líneas de dedo 42a.

En esta forma de realización, las partes estrechas S1 de las líneas de dedo 42a puede estar dispuestas centralmente entre dos líneas de barra de bus vecinas 42b, y las líneas de dedo 42a pueden presentar una anchura que se incrementa gradualmente hacia las dos líneas de barra de bus vecinas 42b. En consecuencia, puede obtenerse un flujo de corriente sin problemas. Obviamente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a las condiciones descritas anteriormente, y las líneas de dedo 42a, cada una de las cuales presenta la parte estrecha S1 y la parte ancha S2, pueden presentar diversas formas.

La razón del número de líneas de dedo 42a que presentan secciones estrechas S1 en cada primera área de electrodo EA1 puede ser de 0,33 a 1 veces el número total de líneas de dedo 42a en la primera área de electrodo EA1 cuando los números de líneas de dedo 42a se miden en una dirección paralela a las líneas de barra de bus 42b. Dentro de este rango, los efectos de la sección de corte de línea S pueden aumentarse al máximo.

Aunque las partes estrechas S1 que se ilustran en la figura 15 están dispuestas en cada primera área de electrodo EA1, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a esta disposición. Las partes estrechas S1 pueden estar dispuestas en una parte de la pluralidad de primeras áreas de electrodo EA1, y pueden no estar dispuestas en la parte restante de la pluralidad de primeras áreas de electrodo EA1. Además, la sección de corte de línea S ilustrada en la figura 14 puede estar combinada con la parte estrecha S1. Aunque en los dibujos y la descripción anterior la ilustración y descripción se han facilitado en relación con el primer electrodo 42, la descripción puede aplicarse al segundo electrodo 44 de la misma manera.

A continuación, se describirán en mayor detalle las formas de realización de la presente invención con referencia a un ejemplo experimental según la presente invención. El siguiente ejemplo experimental solo se ofrece con finalidades ilustrativas y, por consiguiente, las formas de realización de la presente invención no están limitadas a este.

Ejemplo experimental

Se fijó un hilo conductor que presentaba una sección transversal circular y una anchura de 300 μm a una célula solar que presentaba una distancia de borde de 7,5 mm. A continuación, se midió la fuerza de fijación mientras se tiraba del hilo conductor mediante un dispositivo experimental (por ejemplo, un dispositivo de prueba de tracción). Los valores de fuerza de fijación medidos se representan en la figura 16.

En la figura 16, el eje horizontal representa la distancia y el eje vertical representa la fuerza de fijación. El eje

5 horizontal puede dividirse en tres secciones. La primera sección, en concreto, una sección I, es una sección en la cual la tracción del hilo conductor ha empezado y continúa antes de que el hilo conductor se tense. La segunda sección, en concreto, una sección II, es una sección en la cual el hilo conductor se tensa realmente mediante el dispositivo experimental de conformidad con la tracción. La tercera sección, en concreto, una sección III, es una sección en la cual el hilo conductor se separa de las secciones de contacto. En consecuencia, la fuerza de fijación real puede medirse en la segunda sección II.

10 En la primera sección I, no se aplica ninguna fuerza real al hilo conductor debido a que la primera sección I es una sección de pequeña distancia.

15 En la segunda sección II, el dispositivo experimental tira continuamente del hilo conductor. En consecuencia, a medida que la distancia en la segunda sección II se incrementa, la tensión aplicada al hilo conductor se incrementa proporcionalmente a la distancia. Por lo tanto, el gráfico de la figura 16 representa un incremento gradual de la fuerza de fijación hacia un vértice. En mayor detalle, la fuerza de fijación se incrementa gradualmente en la segunda sección II y a continuación desciende bruscamente tras superar un vértice de 2,058 N.

20 La tercera sección III es una sección que sigue al vértice de la fuerza de fijación. En la tercera sección III, la tensión aplicada al hilo conductor se reduce bruscamente debido a que el hilo conductor se desprende de las primeras secciones de contacto.

Como puede observarse, la fuerza de fijación del hilo conductor según esta forma de realización presenta un valor superior de 2,058 N.

REIVINDICACIONES

1. Célula solar (150). que comprende:

5 un sustrato semiconductor (160);
una zona conductora (20) dispuesta en o sobre el sustrato semiconductor (160); y
un electrodo (42) que comprende una pluralidad de líneas de dedo (42a) conectadas a la zona conductora (20), y
10 formadas para extenderse en una primera dirección mientras están paralelo, y 6 o más líneas de barra de bus
(42b) formadas para extenderse en una segunda dirección que cruza la primera dirección,

caracterizada por que cada una de las líneas de barra de bus (42b) presenta una anchura comprendida entre 35 y
15 350 μm en por lo menos una parte de la misma,

en la que cada una de las líneas de barra de bus (42b) presenta una distancia entre unos extremos opuestos de la
misma en la segunda dirección menor que una distancia entre las líneas más externas de entre las líneas de dedo
(42a) respectivamente dispuestas en los lados opuestos del sustrato semiconductor (160) en la segunda dirección.

20 2. Célula solar (150) según la reivindicación 1, en la que:

las 6 o más líneas de barra de bus (42b) presentan una primera distancia entre dos vecinas de las líneas de
barra de bus (42b), y una segunda distancia entre una de las líneas de barra de bus (42b) adyacente a un borde
de la célula solar y el borde de la célula solar, siendo la segunda distancia mayor que la primera distancia; y

25 una distancia de borde (D) está definida entre un extremo de dicha una de las líneas de barra de bus (42b) y un
borde de la célula solar adyacente a la misma o entre el otro extremo de dicha una de las líneas de barra de bus
(42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma, siendo la distancia de borde menor que la primera
distancia y la segunda distancia.

30 3. Célula solar (150) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que:

cada una de las líneas de barra de bus (42b) comprende una pluralidad de secciones de contacto (422)
dispuestas para estar separadas entre sí en la segunda dirección; y

35 cada una de las secciones de contacto (422) presenta una longitud (L2) en la segunda dirección mayor que una
anchura (W5) de la pluralidad de líneas de dedo (42a).

40 4. Célula solar (150) según la reivindicación 3, en la que cada una de las líneas de barra de bus (42b) además
comprende una sección de línea (421) que conecta la pluralidad de secciones de contacto (422) en la segunda
dirección mientras presenta una anchura menor que la pluralidad de secciones de contacto.

45 5. Célula solar (150) según la reivindicación 3 o 4, en la que la pluralidad de secciones de contacto (422) comprende
unas primeras secciones de contacto (422a) y las segundas secciones de contacto (422b) presentan diferentes
anchuras en la primera dirección o diferentes longitudes en la segunda dirección.

6. Célula solar (150) según la reivindicación 5, en la que:

50 la anchura en la primera dirección o la longitud en la segunda dirección de las primeras secciones de contacto
(422a) es mayor que la anchura en la primera dirección o la longitud en la segunda dirección de las segundas
secciones de contacto (422b); y

55 las primeras secciones de contacto (422a) están dispuestas en los extremos opuestos de la sección de línea (421)
en la segunda dirección, respectivamente.

7. Célula solar (150) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que por lo menos se cumple una de las
condiciones siguientes:

60 en la que una distancia de borde (D) de 2,37 a 21,94 mm está definida entre un extremo de dicha una de las
líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma o entre el otro extremo de dicha
una de las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma, y

65 en la que una área de borde (PA) está definida entre un extremo de dicha una de las líneas de barra de bus
(42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma o entre el otro extremo de dicha una de las líneas de
barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma, y presentando el área de borde (PA) una
anchura comprendida entre 0,73 y 3 mm en una posición adyacente a un borde correspondiente de entre los

bordes de la célula solar.

8. Célula solar (150) según la reivindicación 7, en la que la distancia de borde (D) está comprendida entre 9 y 15,99 mm.

5 9. Célula solar (150) según una de las reivindicaciones anteriores, en la que:
un área de borde (PA) está definida entre un extremo de dicha una de entre las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma o entre el otro extremo de dicha una de entre las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma, y

10 cuando "L" representa una anchura del área de borde en una posición adyacente a un borde correspondiente de entre los bordes de la célula solar, y "D" representa una distancia de borde que es una longitud del área de borde, "L" y "D" satisfacen la expresión siguiente:

$$0,9 * (0,1569 * D + 0,3582) \leq L \leq 1,1 * (0,1569 * D + 0,3582)$$

15 siendo la unidad de "L" mm, y siendo la unidad de "D" mm.

20 10. Panel solar (100), que comprende:

una pluralidad de células solares (150), comprendiendo cada una un convertidor fotoeléctrico, y un primer electrodo (42) y un segundo electrodo (44) conectados al convertidor fotoeléctrico; y

25 una pluralidad de hilos conductores (142) para conectar unas vecinas de entre la pluralidad de células solares de tal forma que el primer electrodo (42) en una de las células solares vecinas está conectado al segundo electrodo (44) de la otra de entre las células solares vecinas,

30 en el que:

cada uno de entre el primer electrodo (42) y el segundo electrodo (44) comprende una pluralidad de líneas de dedo (42a) formadas para extenderse en una primera dirección mientras están paralelas, y 6 o más líneas de barra de bus (42b) formadas para extenderse en una segunda dirección que cruza la primera dirección,

35 caracterizado por que la pluralidad de hilos conductores (142) presentan un diámetro o una anchura comprendida entre 250 y 500 μm , y comprenden 6 o más hilos conductores dispuestos en un lado de superficie de la célula solar mientras están conectados a las líneas de barra de bus (42b), respectivamente, y

40 cada una de las líneas de barra de bus (42b) presenta una distancia entre unos extremos opuestos de la misma en la segunda dirección menor que una distancia entre las líneas más externas de entre la pluralidad de líneas de dedo (42a) respectivamente dispuestas en los lados opuestos del convertidor fotoeléctrico en la segunda dirección.

45 11. Panel solar (100) según la reivindicación 10, en el que una distancia de borde comprendida entre 2,37 y 21,94 mm está definida entre un extremo de dicha una de entre las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma o entre el otro extremo de dicha una de entre las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma.

50 12. Panel solar (100) según la reivindicación 11, en el que:

la distancia de borde está comprendida entre 2,37 y 9,78 mm cuando la anchura de la pluralidad de hilos conductores es igual o mayor que 250 μm , pero menor que 300 μm ;

55 la distancia de borde está comprendida entre 3,99 y 12,94 mm cuando la anchura de la pluralidad de hilos conductores es igual o mayor que 300 μm , pero menor que 350 μm ;

la distancia de borde está comprendida entre 5,06 y 15,98 mm cuando la anchura de la pluralidad de hilos conductores es igual o mayor que 350 μm , pero menor que 400 μm ;

60 la distancia de borde está comprendida entre 5,69 y 18,96 mm cuando la anchura de la pluralidad de hilos conductores es igual o mayor que 400 μm , pero menor que 450 μm ; y

65 la distancia de borde está comprendida entre 5,94 y 21,94 mm cuando la anchura de la pluralidad de hilos conductores es igual o superior a 450 μm , pero menor que 500 μm .

13. Panel solar (100) según una de las reivindicaciones 10 a 12, en el que cuando "W" representa la anchura de la

pluralidad de hilos conductores, y "D" representa una distancia de borde entre un extremo de dicha una de entre las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma o entre el otro extremo de dicha una de entre las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma, "W" y "D" satisfacen la expresión siguiente:

$$13,732 * \ln(W) - 71,436 - 0,0000321462 * (W)^2 \leq D \leq 13,732 * \ln(W) - 71,436 + 0,0000321462 * (W)^2$$

siendo la unidad "W" μm , y siendo la unidad de "D" mm.

14. Panel solar (100) según una de las reivindicaciones 10 a 13, en el que por lo menos se cumple una de las condiciones siguientes:

en el que cada una de entre la pluralidad de hilos conductores (142) presenta un extremo dispuesto sobre una de las células solares vecinas entre un extremo de una línea correspondiente de entre las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar adyacente a la misma, y el otro extremo conectado con una línea correspondiente de entre las líneas de barra de bus (42b) sobre la otra de entre las células solares vecinas;

cada una de entre la pluralidad de hilos conductores (142) comprende una capa central (142a), y la capa central presenta una sección transversal que presenta una forma circular, una forma ovalada o una forma redonda;

cada una de entre la pluralidad de las células solares (150) comprende una pluralidad de áreas de electrodo, sobre la cual está dispuesta la pluralidad de líneas de dedo (42a) con un espaciado uniforme (P), en el que la pluralidad de áreas de electrodo comprende unas primeras áreas de electrodo (EA1), dispuestas cada una entre dos vecinos de entre la pluralidad de hilos conductores, y unas segundas áreas de electrodo (EA2), dispuestas cada una entre un borde de la célula solar y un hilo correspondiente de entre la pluralidad de hilos conductores (142) adyacente al borde de la célula solar, y en el que las segundas áreas de electrodo (EA2) presentan una anchura mayor que las primeras áreas de electrodo (EA1);

en el que cada una de entre las líneas de barra de bus (42b) comprende una pluralidad de secciones de contacto (422) dispuestas para estar separadas entre sí en la segunda dirección, presentando cada una de entre la pluralidad de secciones de contacto (422) una longitud en la segunda dirección mayor que una anchura (W5) de entre la pluralidad de líneas de dedo (42a), y estando cada una de entre la pluralidad de hilos conductores (142) conectada con la pluralidad de secciones de contacto (422) en una línea correspondiente de entre las líneas de barra de bus (42b) mientras están en contacto con la pluralidad de secciones de contacto (422); y

en el que la pluralidad de secciones de contacto (422) comprende unas primeras (422a) y unas segundas secciones de contacto (422b) que presentan diferentes anchuras en la primera dirección o diferentes longitudes en la segunda dirección, comprendiendo además las líneas de barra de bus (42b) una sección de línea (421) que conecta la pluralidad de secciones de contacto (422) en la segunda dirección mientras presenta una anchura menor que la pluralidad de secciones de contacto (422), siendo la anchura en la primera dirección o la longitud en la segunda dirección de las primeras secciones de contacto (422a) mayor que la anchura en la primera dirección o la longitud en la segunda dirección de las segundas secciones de contacto (422b), y estando las primeras secciones de contacto (422a) dispuestas en los extremos opuestos de la sección de línea en la segunda dirección, respectivamente.

15. Panel solar (100) según una de las reivindicaciones 10 a 14, en el que:

un área de borde (PA) está definida entre un extremo de dicha una de entre las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar (150) adyacente a la misma o entre el otro extremo de dicha una de las líneas de barra de bus (42b) y un borde de la célula solar (150) adyacente a la misma, y

cuando "L" representa una anchura del área de borde en una posición adyacente a un borde correspondiente de entre los bordes de la célula solar, y "D" representa una distancia de borde que es una longitud del área de borde, "L" y "D" satisfacen la expresión siguiente, o el área de borde presenta una anchura comprendida entre 0,73 y 3 mm en una posición adyacente a un borde correspondiente de entre los bordes de la célula solar; en el que la dicha expresión es:

$$0,9 * (0,1569 * D + 0,3582) \leq L \leq 1,1 * (0,1569 * D + 0,3582)$$

siendo la unidad de "L" mm, y siendo la unidad de "D" mm.

FIG. 1

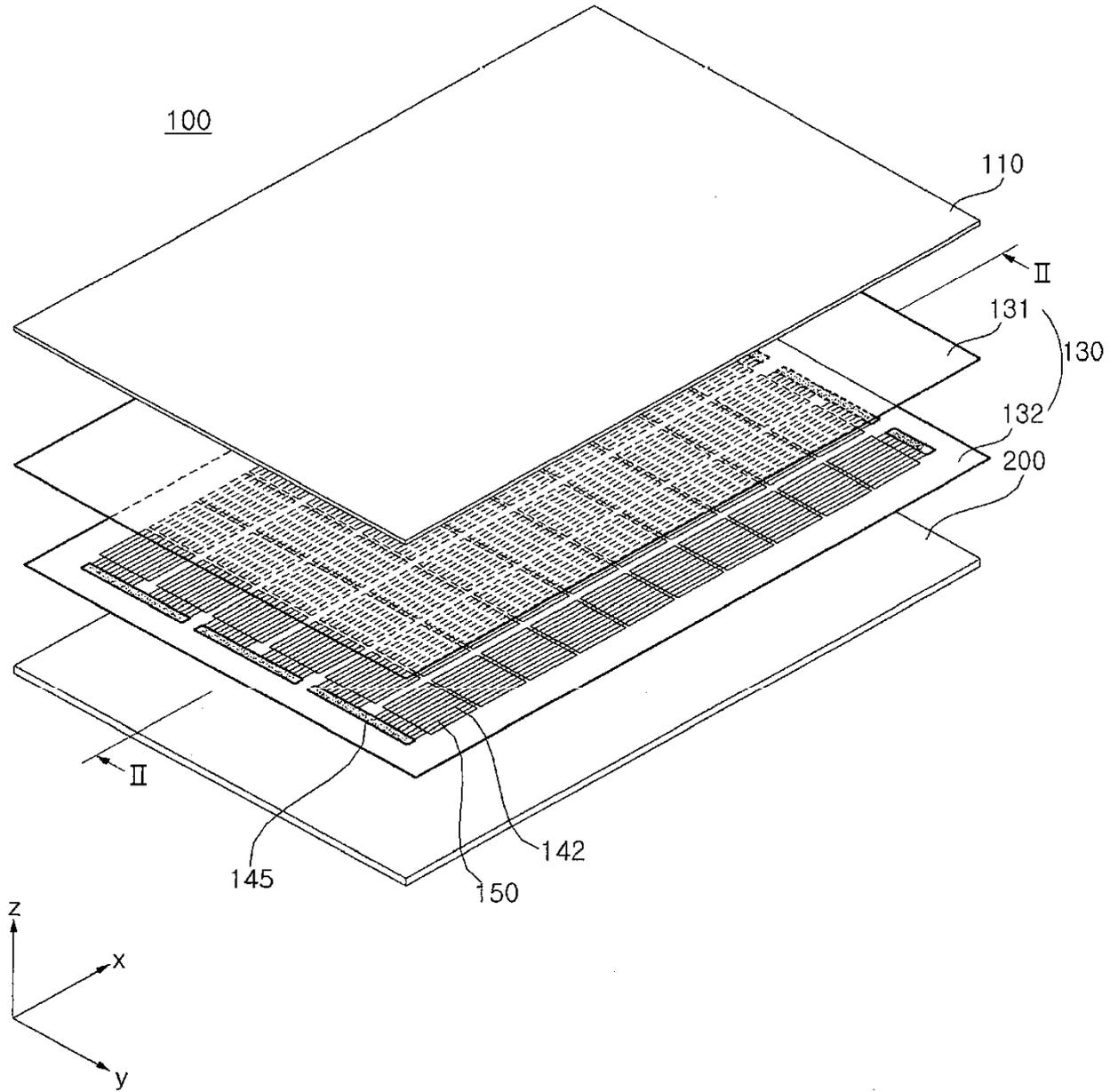


FIG. 2

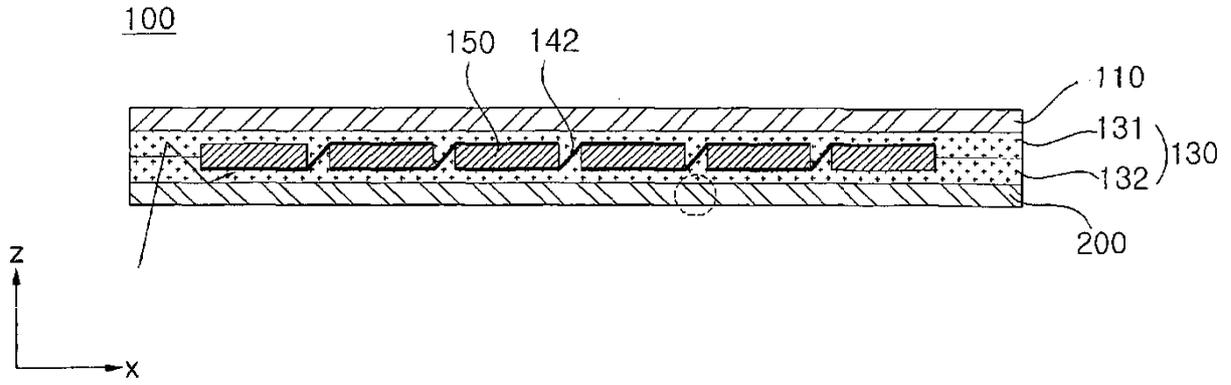


FIG. 3

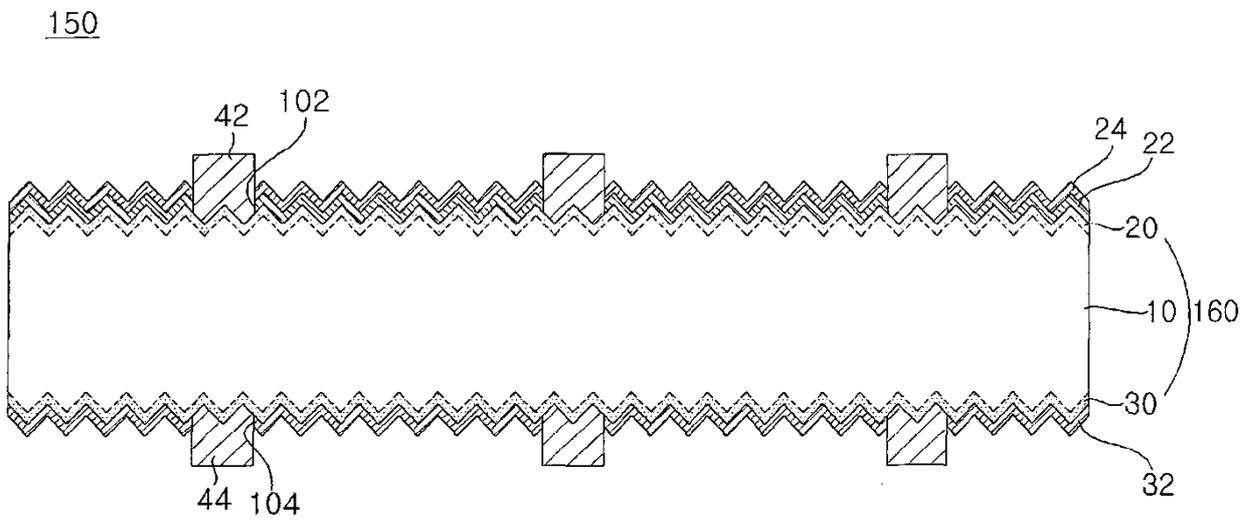


FIG. 4

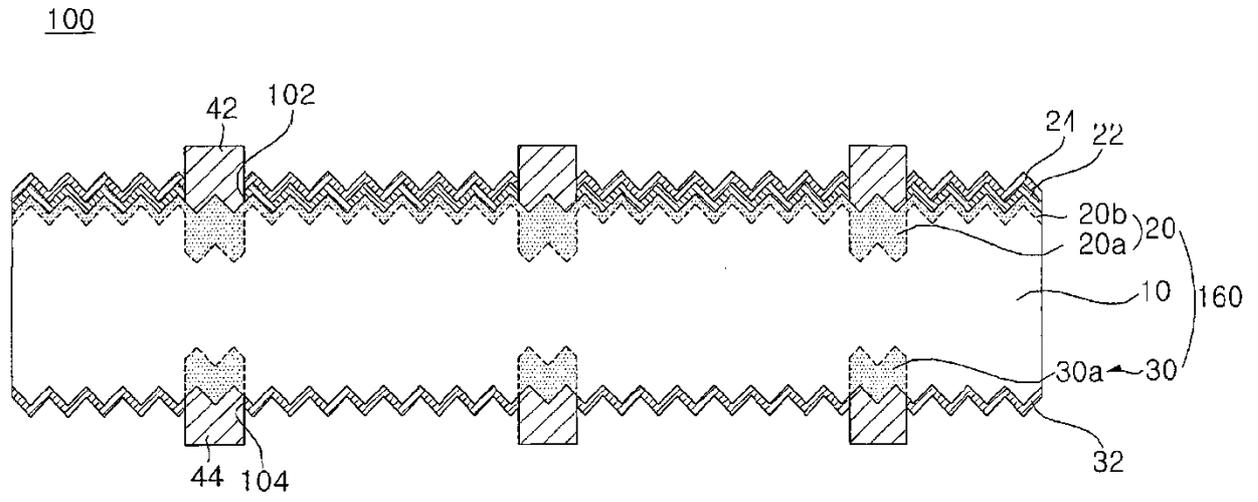


FIG. 6

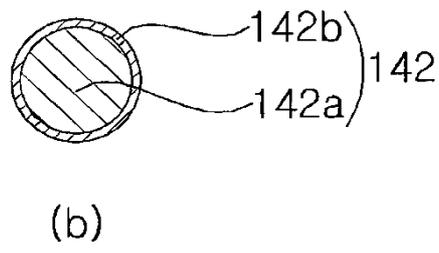
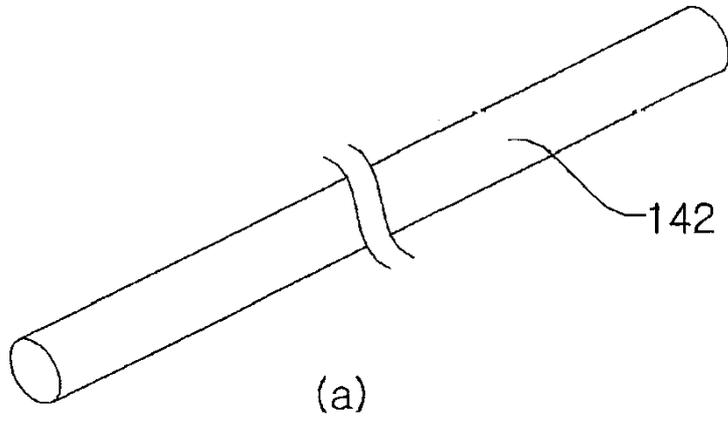


FIG. 7

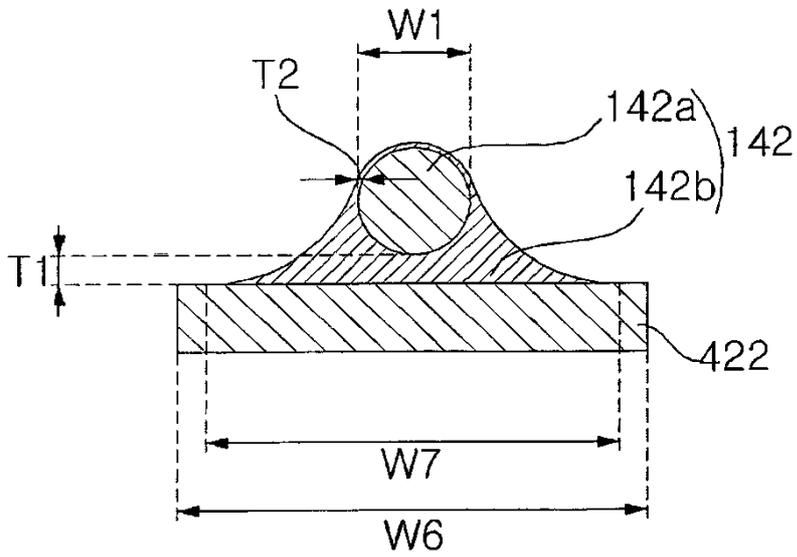


FIG. 8

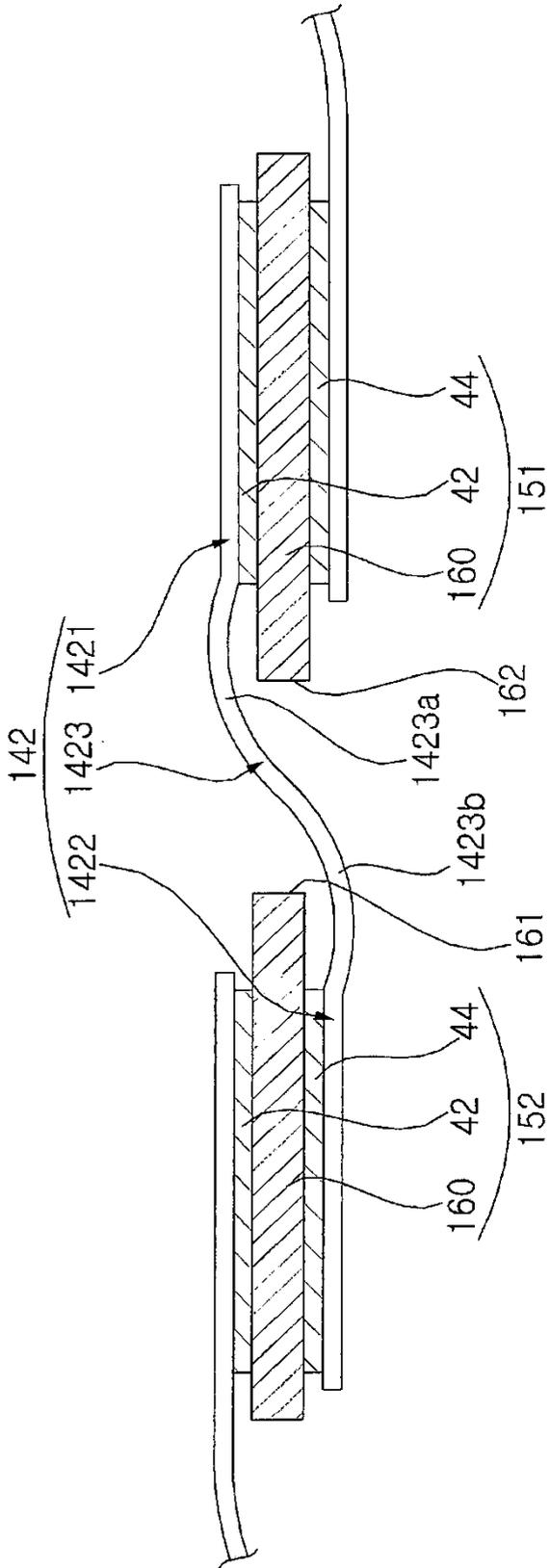


FIG. 9

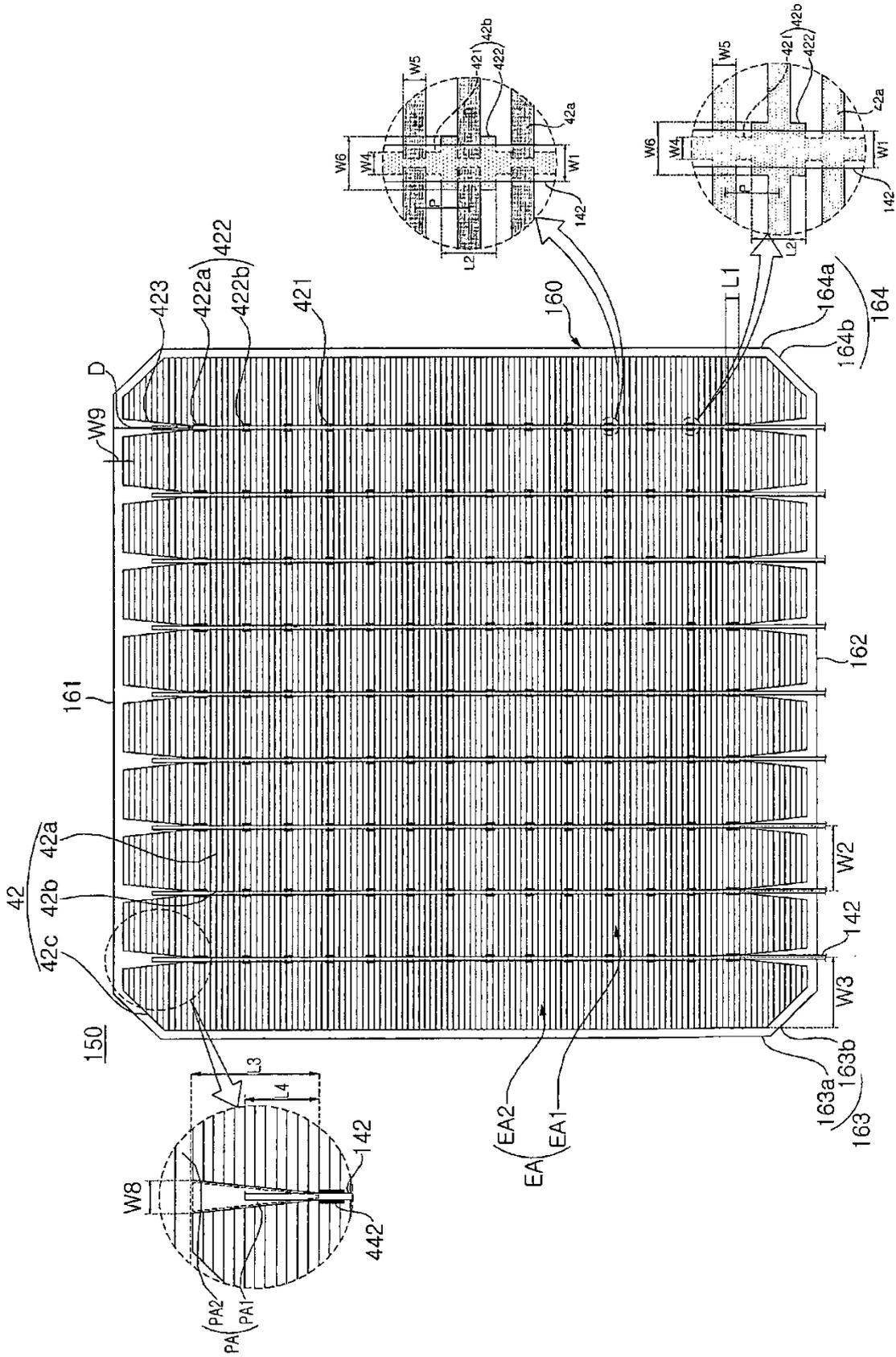


FIG. 10

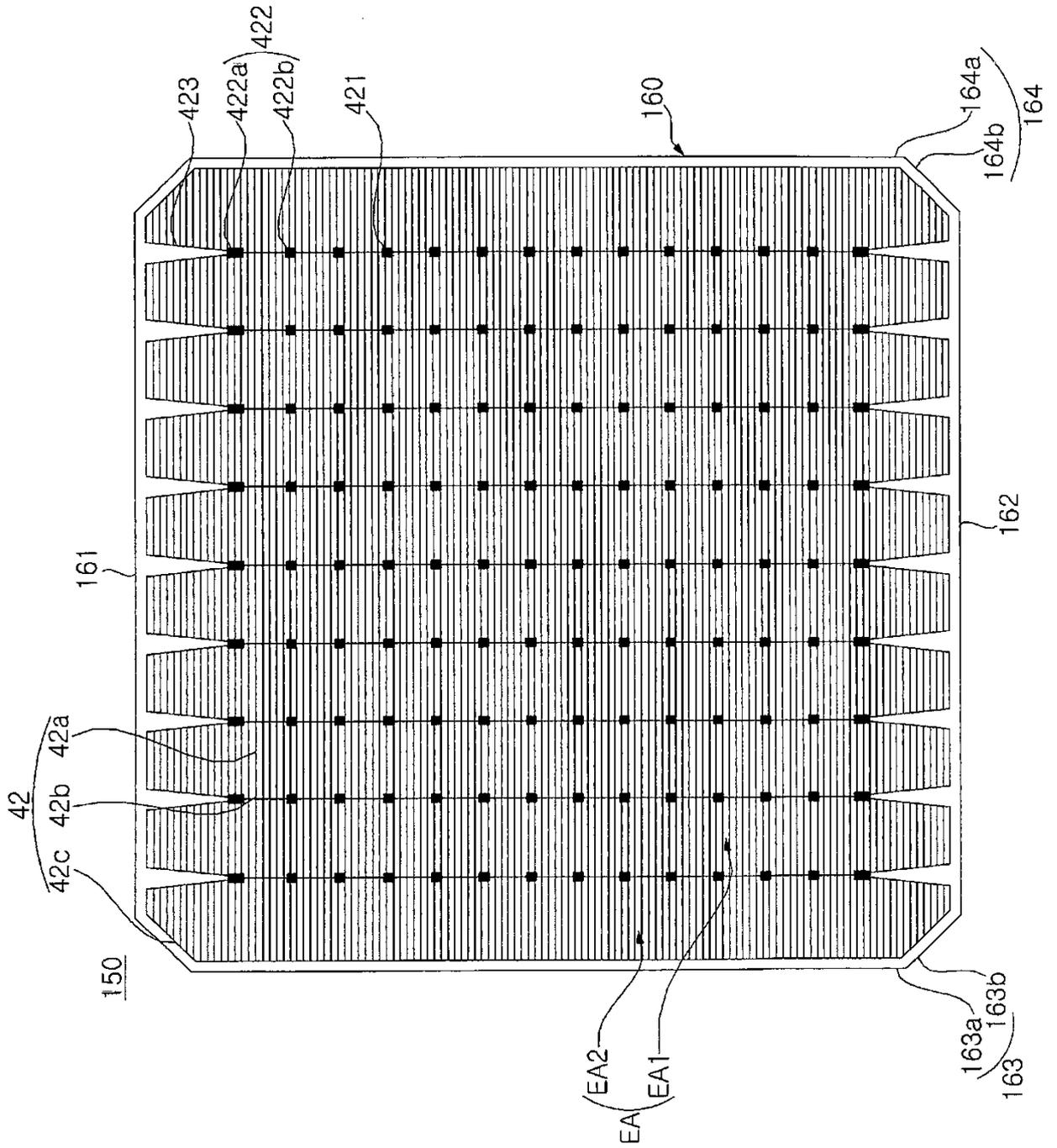


FIG. 11

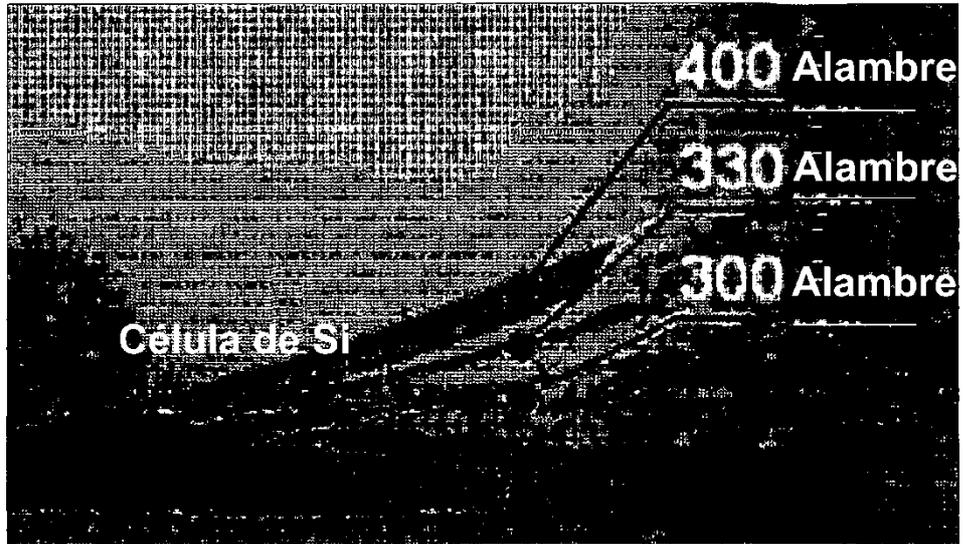


FIG. 12

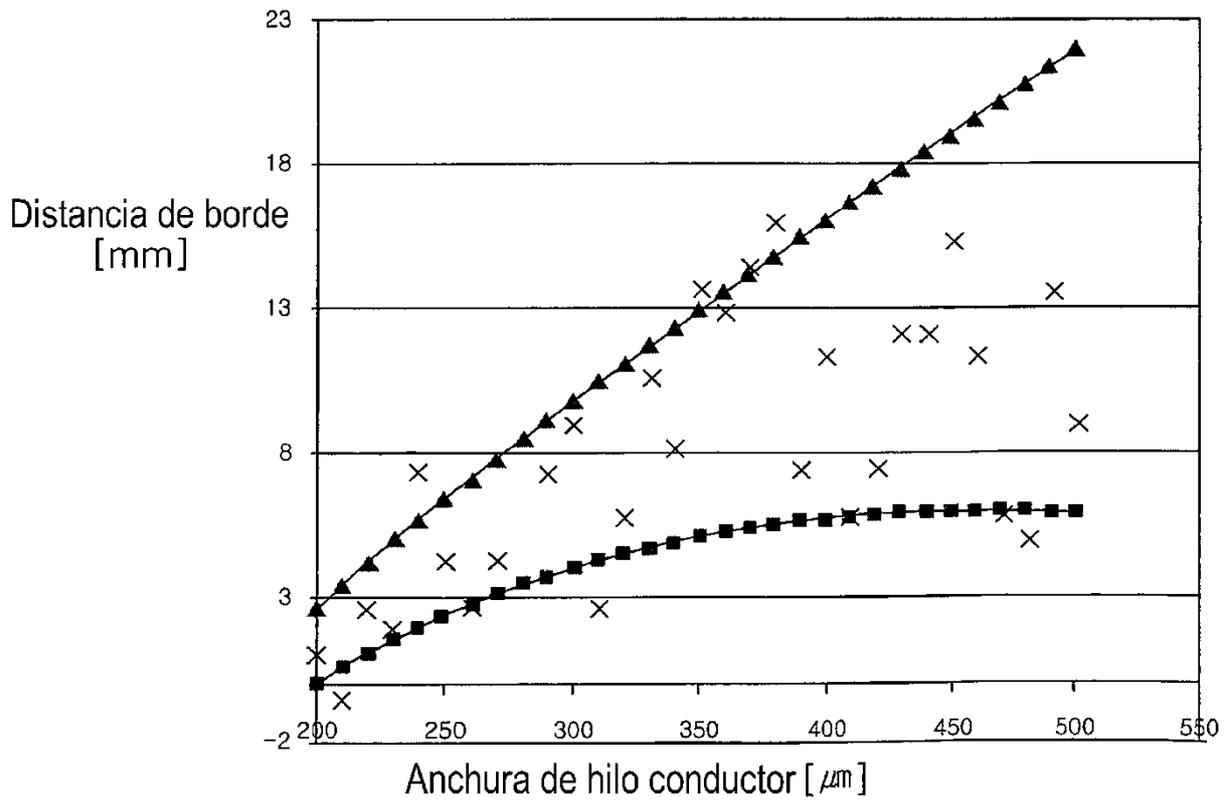


FIG. 13

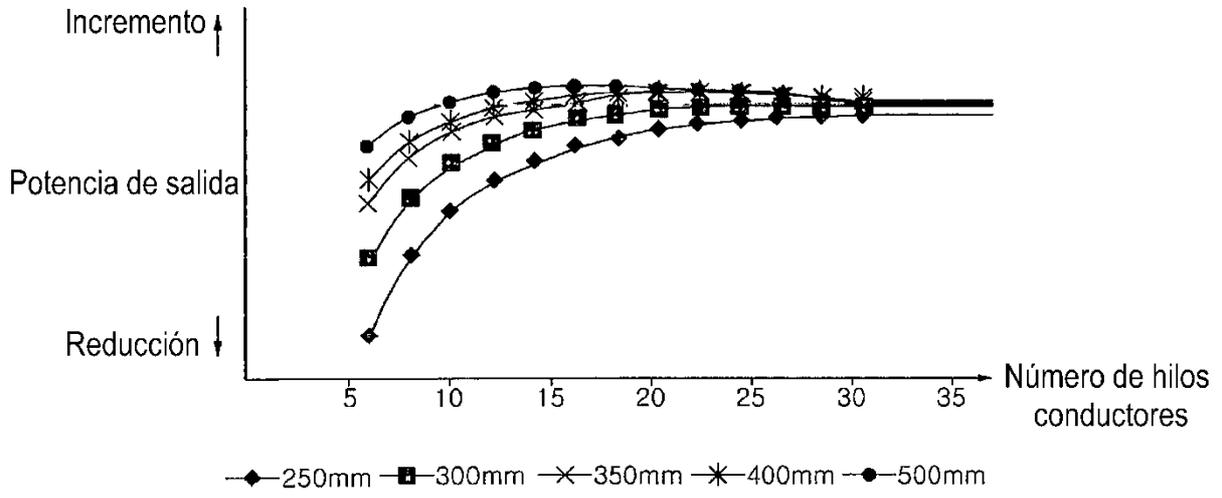


FIG. 14

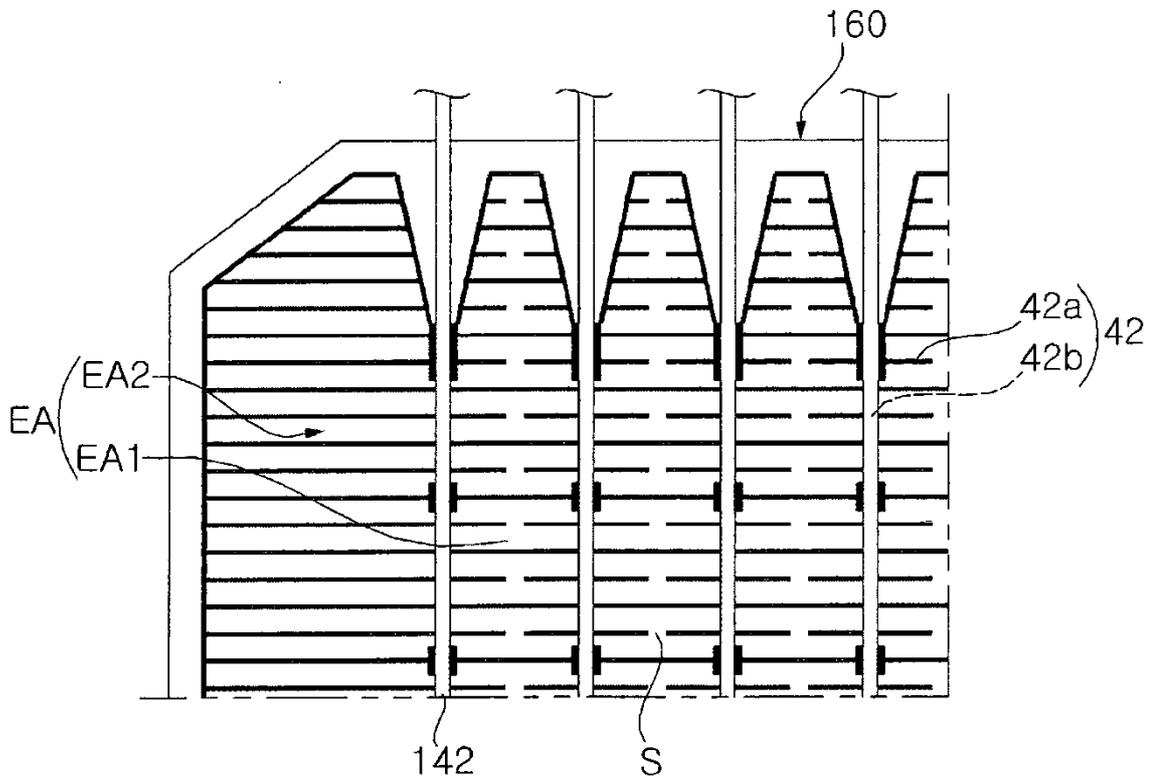


FIG. 15

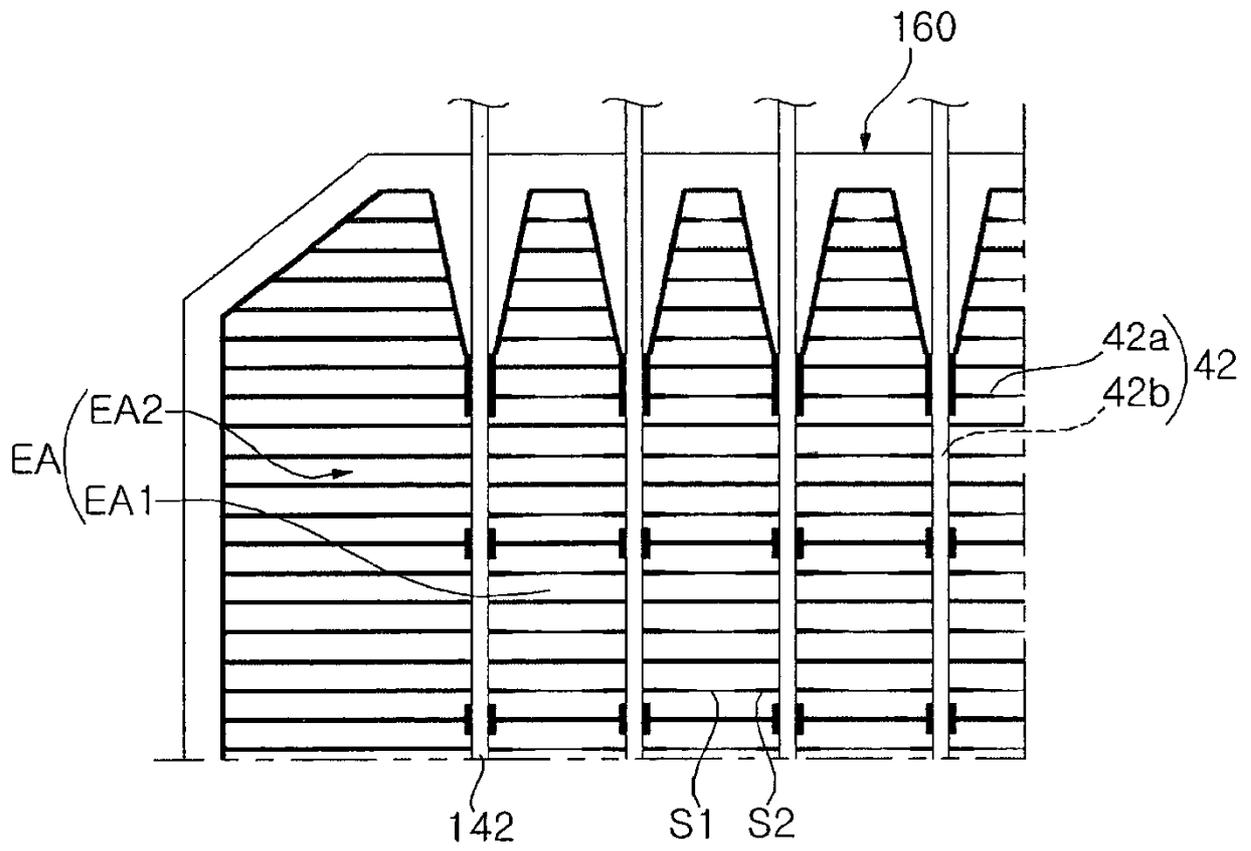


FIG. 16

