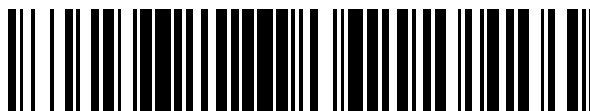


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 726**

51 Int. Cl.:

H01L 27/142 (2006.01)

H01L 31/048 (2006.01)

H01L 31/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02006687 .4**

96 Fecha de presentación: **27.03.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1246249**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.10.2002**

54 Título: **Módulo de celda solar de película delgada de tipo translúcido**

30 Prioridad:
29.03.2001 JP 2001096787
30.03.2001 JP 2001102370

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.03.2012

73 Titular/es:
KANEKA CORPORATION
2-4, Nakanoshima 3-chome Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-8288, JP

72 Inventor/es:
Hiraishi, Masafumi y
Nakanishi, Naoaki

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

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

ES 2 377 726 T3

DESCRIPCIÓN

Módulo de celda solar de película delgada de tipo translúcido.

La presente invención se relaciona con un módulo de celda solar de película delgada de tipo translúcido.

5 En general, los módulos de celdas solares de película delgada de tipo translúcido se manufacturan de la siguiente manera. Primero, un electrodo frontal transparente, una unidad fotovoltaica de silicio amorfo y un electrodo posterior metálico se forman sobre un sustrato de vidrio en el orden mencionado. Luego, se practica un cierto número de agujeros y surcos en el electrodo metálico posterior y en la unidad fotovoltaica. Un módulo de celda solar tipo translúcido que tiene la estructura anteriormente descrita genera potencia eléctrica cuando se aplica luz al frente transparente. Al mismo tiempo que el módulo genera potencia, la luz pasa a través de los agujeros. Por lo tanto, el
10 módulo adquiere confiablemente propiedades de translucidez en la superficie completa.

Para hacer los agujeros en el electrodo metálico posterior y la unidad fotovoltaica, sin embargo, debe llevarse a cabo un proceso de grabado de dos etapas (usualmente, grabado del número de electrodo metálico posterior, y grabado en seco de la unidad fotovoltaica). Consecuentemente, el proceso de manufactura del módulo es complicado.

15 La EP-A-0500451 divulga un módulo de celda solar de película delgada de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Un objeto de la presente invención es proveer un módulo de celda solar de película delgada que pueda manufacturarse por un método simple y tenga una estructura translúcida que provea una ventana de transmisión de luz de un patrón arbitrario, el cual no puede ser provisto por las técnicas convencionales.

20 Este objetivo se logra con las características de las reivindicaciones. En esta especificación, un lado al cual se aplica luz se llama "frente" y el lado opuesto se denomina "posterior".

Este resumen de la invención no necesariamente describe toda las características necesarias de tal manera que la invención también puede ser una subcombinación de estas características descritas.

La invención puede entenderse de forma más completa a partir de la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los dibujos acompañantes, en los cuales:

25 La Figura 1 es una vista plana de un módulo de celda solar de película delgada del tipo translúcido de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 2 es una vista en sección transversal agrandada tomada a lo largo de la línea II-II en la Figura 1;

La Figura 3 es una vista plana que ilustra un método de manufactura de un módulo de celda solar de película delgada de tipo translúcido mostrado en la Figura 1;

30 Las Figuras 4a y 4b son vistas planas que muestran diferentes paneles de celda solar de película delgada de tipo translúcido, teniendo cada uno una pluralidad de módulos de celdas solares selladas entre sí;

Las Figuras 5a y 5b son vistas planas que ilustran diferentes paneles de celdas solares de película delgada de tipo translúcido, teniendo cada una, una pluralidad de tipos de módulos de celdas solares selladas entre sí;

35 La Figura 6 es una vista plana de un módulo de celda solar de película delgada, de tipo translúcido de acuerdo con otra realización de la presente invención;

La Figura 7 es una vista agrandada que muestra una porción de la vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea VII-VII en la Figura 6; y

La Figura 8 es una vista plana de un módulo de celda solar de película delgada de tipo translúcido de acuerdo con aun otra realización de la presente invención.

40 Se describirán en detalle varias realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos acompañantes. A lo largo de las Figuras, los mismos elementos están designados con los mismos numerales y símbolos de referencia.

La Figura 1 es una vista plana de un módulo de celda solar de película delgada, de tipo translúcido de acuerdo con una realización de la invención. La Figura 2 es una vista transversal agrandada en corte parcial tomada a lo largo de la línea

II-II en la Figura 1 que muestra una porción de módulo. Por simplicidad, la capa de resina sellante transparente y el miembro de sellamiento mostrados en la Figura 2 no se ilustran en la Figura 1.

Como se muestra en las Figuras 1 y 2, un módulo de celda solar de película delgada, de tipo translúcido 10 de acuerdo con una realización de la presente invención comprende una pluralidad de segmentos (discretos) de celdas solares de película delgada integrados 12 (cinco segmentos, en la Figura 1). Los segmentos 12 están provistos sobre un sustrato transmisor de la luz (transparente) 11 (por ejemplo, sustrato de vidrio) que tiene una superficie rectangular, cubriendo una superficie completa del sustrato 11, pero también la porción periférica 111. Los segmentos de celda solar de película delgada integrados 12 tienen superficies rectangulares de sustancialmente el mismo tamaño. Los segmentos 12 están dispuestos lado a lado, con sus lados largos extendiéndose paralelos uno a otro, y espaciados a intervalos sustancialmente regulares. Usualmente, los lados largos de cada segmento 12 se extienden en paralelo al lado corto 11a del sustrato rectangular 11, y los lados cortos de cada segmento 12 se extienden paralelo al lado largo 11b del sustrato 11. Los lados cortos de los segmentos 12 están alineados en líneas rectas que intersectan con el lado corto a del sustrato 11 en ángulos rectos. Una porción 112 de la superficie del sustrato 11 está expuesta entre dos segmentos de celda solar adyacentes cualesquiera 12. (en otras palabras, no se proveen celdas unitarias de celdas solares entre dos segmentos adyacentes 12 cualesquiera). El espacio (porción expuesta de la superficie del sustrato) entre cualesquiera dos segmentos de celda solar adyacente 12 sirve como venta de transmisión de luz. El sustrato rectangular tiene un tamaño de, por ejemplo, 910 mm por 455 mm. Sin embargo puede tener un tamaño de 910 mm por 910 mm (cuadrado). Los lados cortos de cada segmento 12 pueden tener al menos 30 mm de longitud (usualmente, no más de 300 mm). La ventana 112 puede tener 0.5 mm hasta 50 mm de anchura. La porción periférica 111 puede tener de 5 mm a 150 mm de anchura.

Cada segmento de celda solar 12 de película delgada integrado comprende celdas unitarias de celdas solares integradas entre si. Es de la estructura ordinaria como se ilustra en la Figura 2. Más específicamente, cada segmento 12 comprende una pluralidad de celdas de unidades de celda solar 121 integradas sobre el sustrato transmisor de luz. Cada celda unitaria 121 comprende una capa de electrodo frontal transparente 121a, una unidad fotovoltaica basada en silicio amorfo 121b, y una capa de electrodo metálico posterior 121c. La capa 121a, la unidad 121b y la capa 121c se forma sobre el sustrato transparente 11, descansando una sobre otra en el orden mencionado.

La capa del electrodo frontal transparente 121a está provista sobre sustrato de vidrio 11 puede estar hecha de un óxido transparente eléctricamente conductor tal como ITO, SnO_2 o ZnO . La capa de electrodo 121a puede ser una estructura de capa sencilla o una estructura de capas múltiples. Cada estructura puede estar formada por proceso de deposición de vapor conocido per se en la técnica, tal como evaporación, CVD o mediante pulverización iónica.

La unidad fotovoltaica basada en silicio amorfo 121b, que se forma sobre la capa del electrodo frontal transparente 121a, es una estructura de capas múltiples. La unidad 121b comprende una capa de semiconductor basada en silicio amorfo tipo p, una capa de conversión fotovoltaica de película con base en silicio amorfo, y una capa conductora basada en silicio n, no mostrada en las Figuras. Estas tres capas se forman sobre la capa de electrodo 121a, una sobre otra en el orden mencionado. La capa de semiconductor basada en silicio amorfo tipo p, la capa de conversión fotovoltaica de película delgada basada en silicio amorfo y la capa semiconductor basada en silicio tipo n, pueden formarse mediante un proceso de CVD por plasma. La capa semiconductor basada en silicio amorfo tipo p puede hacerse de silicio, hidruro de silicio (Si:H), o un material semiconductor con base en silicio amorfo (por ejemplo, una aleación de silicio tal como carburo de silicio o silicio germanio). La capa semiconductor está dopada con átomos de impureza determinantes tipo p, tales como átomos de boro o átomos de aluminio. La capa de conversión fotovoltaica puede ser formada a partir de un semiconductor intrínseco tal como silicio (o hidruro de silicio) o un material semiconductor basado en silicio amorfo (por ejemplo, una aleación de silicio tal como carburo de silicio o silicio germanio). Alternativamente, un material tipo p débil o un semiconductor basado en silicio amorfo tipo n débil que contiene una pequeña cantidad de una impureza determinante de tipo conductividad puede utilizarse para la capa de conversión fotovoltaica, dado que el material tiene una función de conversión fotovoltaica suficiente. La capa de conversión fotovoltaica se forma, usualmente hasta un espesor que varía de 0.1 μm a 10 μm . La capa de semiconductor basada en silicio tipo n puede ser hecha de silicio, o un material semiconductor basado en silicio amorfo (por ejemplo, una aleación de silicio tal como carburo de silicio o silicio germanio). Esta capa de semiconductor está dopada con átomos de impurezas determinantes tipo n tal como átomos de fósforo o átomos de nitrógeno. Alternativamente, la capa de semiconductor basado en silicio n puede hacerse de hidruro de silicio microcristalino tipo n. La capa de electrodo posterior 121c, la cual se forma sobre la unidad fotovoltaica 121b, puede formarse con un material metálico tal como plata, aluminio, cromo o titanio, por medio de, por ejemplo, evaporación o atomización iónica.

La capa de electrodo frontal transparente 121a, la unidad fotovoltaica basada en silicio amorfo 121b y la capa de electrodo posterior 121c, todas descritas anteriormente, se dividen en una pluralidad de celdas unitarias 121 mediante, por ejemplo, marcado con láser. Las células unitarias 120 se conectan eléctricamente en serie o en paralelo. Como es claro a partir de lo anterior, la capa de electrodo frontal transparente 121a, la unidad fotovoltaica basada en silicio amorfo 121b y la capa de electrodo posterior 121c de cada segmento de celda solar 12 se extiende en paralelo a los lados cortos del rectángulo que definen las celdas unitarias 121.

Como se muestra en la Figura 1, la región periférica 111 del sustrato de vidrio 11 se trata con, por ejemplo, chorros de

arena. La capa de electrodo posterior, la unidad fotovoltaica y la capa de electrodo frontal transparente, que han sido depositadas para la manufactura de la celda 12, se retiran por lo tanto del sustrato de vidrio 11. La superficie de vidrio 11 se expone entonces a la región periférica 111. Ahora que el vidrio de sustrato de vidrio 11 está expuesto de esta manera, el sustrato puede ser adherido firmemente a una resina de sellamiento, la cual será explicada más adelante. La posterior del módulo de celda solar descrito anteriormente se sella y protege mediante un miembro de sellamiento transparente, tal como un película transparente 14, que se proporciona sobre una capa de resina de sellamiento transparente (capa de adhesiva 13) cubriendo la parte posterior del módulo (véase Figura 2).

La resina de sellamiento transparente usada en la presente invención es de un tipo que puede sellar completamente las celdas unitarias 121 formadas sobre el sustrato de vidrio 11 y que puede adherirse firmemente al miembro de sellamiento tal como la película de protección 14. La resina puede suavizarse y eventualmente fundirse cuando se calienta, y luego puede curarse. Usualmente, se mezcla un agente de entrecruzamiento basado en peróxidos orgánicos en la resina. Ejemplos de la resina son resinas termoplásticas tales como resina de copolímero etileno/acetato de vinilo (EVA), copolímero de etileno/vinilo, acetato/trialilisocianurato (EVAT), polivinilbutiral (PVB) y poliisobutileno (PIB). De estos materiales, la EVA es una resina de sellamiento preferible en términos de precio y la adhesión con el sustrato 11. En términos de resistencia a la luz, es preferible el polivinilbutiral.

La película de sellamiento transparente 14 protege el módulo el celda solar cuando el módulo se instala en el exterior. Por lo tanto debería ser excelente en resistencia a la humedad y resistencia al agua, así como en propiedades de aislamiento. Es suficiente que la película de sellamiento 14 comprenda una película de resina fluorada tal como una película de fluoruro de polivinilo (por ejemplo, Tedler Film (marca registrada)) o una película de resina tal como tereftalato de polietileno (PET), provista sobre el lado adyacente a la capa de resina sellante 13. La película de sellamiento 14 puede ser de una estructura de capa sencilla que consiste de la película orgánica mencionada anteriormente o de una estructura de capas múltiples. Un ejemplo preferido de la película de resina es una película de resina con flúor. El miembro de sellamiento posterior no está limitado a la película de resina 14. Puede ser una placa de vidrio que tiene el mismo tamaño que el sustrato 11. El sellamiento de la parte posterior del módulo con la resina de sellamiento transparente y el miembro de sellamiento puede llevarse a cabo mediante método ordinario de calentamiento bajo presión. Sobra decir que la resina de sellamiento llena el espacio (ventana de transmisión 112) entre los segmentos 12 mostrados en la Figura 1.

El módulo de celda solar de película delgada, del tipo translúcido de la presente invención puede manufacturarse de la siguiente manera. Primero, se forma la celda solar de película delgada, que tiene unidades de celda integradas (llamadas también "cuerdas") sobre sustancialmente la superficie completa del sustrato de vidrio 11 como se describió anteriormente, y entonces esas porciones del electrodo, unidad fotovoltaica y electrodo transparente que yacen sobre la región periférica 11 son retirados. Adicionalmente, se retiran estas porciones del electrodo posterior, la unidad fotovoltaica y el electrodo transparente que se proveen en una región entre las líneas 112a y 112b mostradas en la Figura 3, esto es en una región correspondiente a la ventana 112 mostrada en la Figura 1. Más específicamente, después de retirar los electrodos traseros, las unidades fotovoltaicas y los electrodos transparentes de la región periférica 11, se practican en las celdas solar de película delgada integrada (Figura 3) dos pares de surcos de separación paralelos 112a y 112b, definiendo cada uno para una ventana 112, mediante marcación con láser. Luego, la porción de celda en la región entre los surcos paralelos 112 y 112b de cada par se retira por pulimiento utilizando, por ejemplo, chorro de arena o pulimiento. Esa porción del sustrato de vidrio 11 (por ejemplo, ventana 112) que está expuesta al pulimiento asume un estado de vidrio congelado. No obstante, la ventana 12 recupera su transparencia cuando la resina de sellamiento transparente se llena en la ventana 112. En el caso cuando las porciones dispuestas en una línea que cruza cada cuerda, las celdas unitarias 121 en cada segmento 12 permanecen conectadas eléctricamente. Alternativamente, pueden retirarse las porciones de celda dispuestas en una línea paralela a las cuerdas. En este caso, sin embargo, debe llevarse a cabo una etapa adicional para conectar las cuerdas eléctricamente.

El módulo de celda solar de película delgada de tipo translúcido de la presente invención puede construirse en un edificio, en la forma de una ventana o una luz cenital. En tal caso, la luz externa no pasa a través del segmento de la celda solar 12, sino que pasa a través de la región (ventana 112) que yace entre los segmentos 12. Por lo tanto es posible proveer una estructura denominada "estructura transmisora de luz en tono ciego" que hasta el momento no se ha logrado.

Para el módulo de celda solar de película delgada, de tipo translúcido de la invención, que tiene estructura transmisora de luz en tono ciego, es deseable que una pluralidad de segmentos de celda solar se provean sobre sustancialmente la superficie completa del sustrato transmisor de luz 11 como se muestra en la Figura 1, con una venta transmisora de luz 112 interpuesta entre cualesquiera dos segmentos adyacentes 12. No obstante, la estructura transmisora de luz de tono ciego puede formarse en una porción del sustrato transmisor de luz 11, por ejemplo en la mitad superior, mitad inferior o porción central del sustrato 11.

El módulo de celda solar de película delgada, de tipo translúcido con referencia a las Figuras 1 y 2 está sellado individualmente con el miembro de sellamiento posterior. No obstante, los módulos de celda solar del tipo mostrado en las Figuras 1 y 2 pueden sellarse colectivamente con un miembro de sellamiento posterior grande individual transmisor de luz, formando un panel de celda solar. Más específicamente, los módulos de celda solar pueden disponerse

5 cercanos uno a otro sobre un miembro de sellamiento posterior transmisor de luz grande, con una resina de sellamiento transparente en contacto con el miembro de sellamiento transmisor de luz. En el panel de celdas solar, los segmentos de celda solar pueden conectarse eléctricamente de diversas formas (en serie y/o en paralelo), generando un voltaje deseado. El voltaje de salida del panel de celda solar puede por lo tanto ajustarse fácilmente a, por ejemplo, el voltaje de entrada de un acondicionador de potencia (usualmente 200 a 250 V).

10 Las Figuras 4a a 5b muestran ejemplos de paneles de celdas solares. Como se muestra en las Figuras 4a a 5b, los módulos de celdas solares (cuatro módulos en estas Figuras) 10 del tipo ilustrado en la Figura 1 se disponen adyacentes uno a otro, sobre un miembro de sellamiento posterior transparente individual de gran tamaño 21 (por ejemplo, película de resina transparente o placa de vidrio). Los módulos de celda solar 10 se adhieren al miembro de sellamiento posterior 21 con una resina de sellamiento (no mostrada) del tipo descrito anteriormente. Las líneas gruesas mostradas en las Figuras 4a a 5b indican líneas de conexión eléctrica.

15 La Figura 4a ilustra un panel de celda solar de una serie 4, estructura de conexión en paralelo 5, que comprende cinco módulos de celda solar 10 incluyendo cada uno cinco segmentos solares 12. En el panel de celda solar, los cinco segmentos 12 de cada módulo 10 están conectados en paralelo y los cuatro módulos 10 están conectados en serie. Asúmase que cada segmento de celda solar incluye 50 celdas unitarias, y que el voltaje de circuito abierto Voc de cada segmento de celda solar es 40V. En este caso, el voltaje de circuito abierto Voc del panel de celda solar será 160V.

20 La Figura 4b ilustra un panel de celda solar de serie 1, estructura de conexión en paralelo 20, que comprende cuatro módulos de celda solar 10 incluyendo cada uno cinco segmentos de celda solar 12. En este panel de celda solar, los cinco segmentos 12 de cada módulo 10 están conectados en paralelo y los cuatro módulos 10 están conectados en paralelo también. Asúmase que cada segmento de celda solar incluye 50 celdas unitarias, y el voltaje de circuito abierto Voc de cada segmento de celda solar es 40V. En este caso, el voltaje de circuito abierto Voc del panel de celda solar será 40V.

25 La Figura 5a representa un panel de celda solar de una serie 2, estructura de conexión en paralelo 10, que comprende cuatro módulos de celda solar 10 incluyendo cada uno cinco segmentos de celda solar 12. En este panel de celda solar, los cinco segmentos 12 de cada módulo 10 están conectados en paralelo, los dos módulos izquierdos 10 están conectados en serie, los dos módulos derechos 10 están conectados en serie, los módulos más a la izquierda y más a la derecha 10 están conectados en paralelo, y los dos módulos medios 10 están conectados en paralelo. Asúmase que cada segmento de celda solar incluye 50 celdas unitarias, y el voltaje de circuito abierto Voc de cada segmento de celda solar es 40V. En este caso, el voltaje de circuito abierto Voc del panel de celda solar será 80V.

30 La Figura 5b ilustra un panel de celda solar de una serie 10, estructura de conexión en paralelo 2, que comprende cuatro módulos de celda solar 10 incluyendo cada uno cinco segmentos de celda solar 12. En el panel de celda solar, los cinco segmentos 12 de cada módulo 10 están conectados en serie, los dos módulos izquierdos 10 están conectados en serie, los dos módulos de la derecha 10 están conectados en serie, el módulo más a la izquierda y el módulo más a la derecha 10 están conectados en paralelo, y los dos módulos medios 10 están conectados en paralelo. Asúmase que cada segmento de celda solar incluye 50 celdas unitarias, y el voltaje de circuito abierto Voc de cada segmento de celda solar es 40V. En este caso, el voltaje de circuito abierto Voc del panel de celda solar será 400V.

40 Si los módulos de celda solar del tipo mostrado en la Figura 1 se disponen adyacentes uno a otro sobre un miembro de sellamiento posterior transparente individual, formando así un panel de celda solar, el panel puede generar una salida de voltaje deseada conectando los segmentos de cada módulo y los módulos apropiadamente (en serie o en paralelo), como se explicó con referencia a las Figuras 4a a 5b.

Como se describió anteriormente, un módulo de celda solar de película delgada, que puede manufacturarse por un método simple teniendo una estructura translúcida de tono ciego y que no ha sido alcanzado hasta ahora, puede proveerse de acuerdo con un aspecto de acuerdo con la presente invención.

45 La Figura 6 es una vista plana de un módulo de celda solar de película delgada tipo translúcido de acuerdo con otra realización de la presente invención. La Figura 7 es una vista agrandada que muestra una porción de la sección transversal tomada a lo largo de la línea VII-VII en la Figura 6. Con el propósito de simplificar, la capa de resina de sellado transparente y el miembro de sellado mostrado en la Figura 7 no se muestran en la Figura 6.

50 El módulo de celda solar de película delgada del tipo translúcido 30 mostrado en las Figuras 6 y 7 comprende una estructura 32 de celda solar de película delgada integrada. La estructura de celda solar 32 está provista sobre un sustrato transmisor de la luz (transparente) 31 (por ejemplo sustrato de vidrio) que tiene una superficie rectangular cubriendo una superficie complete del sustrato 31, excepto la porción periférica 311. El sustrato 31 puede tener un tamaño de, por ejemplo, 910 mm por 455 mm. No obstante, puede tener un tamaño de 910 mm por 910 mm (cuadrado). La región periférica 311 del sustrato 31 puede tener de 5 mm a 150 mm de anchura.

La estructura de celda solar 32 de película delgada integrada es del tipo en el cual las celdas de la unidad de celda solar

(también llamadas “cuerdas”) están integradas y tienen una estructura ordinaria como la que se ilustra mejor en la Figura 7. Más específicamente, la estructura de celda solar integrada incluye una pluralidad de celdas de unidad 321 integradas en el sustrato transmisor de luz 31. Cada celda de unidad 321 comprende una capa de electrodo frontal transparente 321a, una unidad fotovoltaica basada en silicio amorfo 321b, y una capa de electrodo metálico posterior 321c. La capa 321a, la unidad 321b y la capa 321c están formadas sobre el sustrato transparente 21, yaciendo una sobre otra en el orden mencionado.

La capa de electrodo frontal transparente 321a provista sobre el sustrato de vidrio 31 puede ser hecha de un óxido conductor eléctricamente transparente tal como ITO, SnO_2 o ZnO . La capa de electrodo 321 a puede ser de una estructura de capa individual o capa múltiple. Cada estructura puede ser formada por un proceso de deposición de vapor conocido per se en la técnica tal como evaporación, CVD, o atomización iónica.

La unidad fotovoltaica basada en silicio amorfo 321b, que se forma sobre la capa de electrodo frontal transparente 321a, es una estructura de capas múltiples. La unidad 321 comprende una capa de semiconductor tipo p basado en silicio amorfo, una capa de conversión fotovoltaica de película delgada basada en silicio amorfo, y una capa semiconductor basada en silicio amorfo tipo n, no mostrados en las Figuras. Estas tres capas se forman sobre la capa de electrodo 321a, una sobre otra en el orden mencionado. La capa semiconductor basada en silicio amorfo tipo p, la película delgada basada en silicio amorfo, la capa de conversión fotovoltaica y la capa semiconductor basada en silicio tipo n pueden formarse mediante un proceso CVD plasma. La capa semiconductor basada en silicio amorfo tipo p puede hacerse de silicio, hidruro de silicio (Si:H) o un material semiconductor basado en silicio amorfo (por ejemplo, una aleación de silicio tal como carburo de silicio o silicio germanio). Esta capa semiconductor está dopada con átomos de impurezas que determinan la conductividad tipo p tales como átomos de boro o átomos de aluminio. La capa de conversión fotovoltaica puede formarse a partir de un semiconductor intrínseco tal como silicio (o hidruro de silicio) o un material semiconductor basado en silicio amorfo (por ejemplo, una aleación de silicio tal como carburo de silicio o silicio germanio). Alternativamente, un material semiconductor tipo p débil o basado en silicio amorfo tipo n débil que contiene una pequeña cantidad de una impureza que determina el tipo de conductividad puede utilizarse para la capa de conversión fotovoltaica, asumiendo que el material tenga una suficiente función de conversión fotovoltaica. Usualmente, la capa de conversión fotovoltaica se forma con un espesor que varía de $0.1\ \mu\text{m}$ a $10\ \mu\text{m}$. La capa de semiconductor basada en silicio tipo n puede estar hecha de silicio o hidruro de silicio, o un material de semiconductor basado en hidruro de silicio (por ejemplo, una aleación de silicio tal como carburo de silicio o silicio germanio). Esta capa semiconductor está dopada con átomos de impurezas que determinan el tipo conductor n tales como átomos de fósforo o átomos de nitrógeno. Alternativamente, la capa semiconductor basada en silicio tipo n puede estar hecha de un hidruro de silicio microcristalino tipo n. La capa de electrodo posterior 321c, que está provista sobre la unidad fotovoltaica 321, puede ser formada a partir de un material metálico tal como plata, aluminio, cromo o titanio, por medio de, por ejemplo, evaporación o ionización atómica.

La capa de electrodo frontal transparente 321a, la unidad fotovoltaica basada en silicio amorfo 321b y la capa de electrodo posterior 321c, todas descritas anteriormente, se dividen en una pluralidad de celdas unitarias 321, mediante, por ejemplo, grabado con láser. Más específicamente, la capa de electrodo frontal transparente 321a está dividida por surcos de separación SV1; la unidad fotovoltaica 321b está dividida por surcos de separación SV2 (no mostrados en la Figura 6); y la capa de electrodo posterior 321c está dividida por surcos de separación SV3. Las celdas unitarias 321 están conectadas eléctricamente en serie o en paralelo. Como es claro a partir de la Figura 6, la capa de electrodo frontal transparente 321a, la unidad fotovoltaica basada en silicio amorfo 321b y la capa de electrodo posterior 321c se extienden paralelas a un lado del sustrato rectangular 31.

La región periférica 311 del sustrato de vidrio ha sido sometida a por ejemplo, bombardeo con arena. La capa de electrodo posterior, la unidad fotovoltaica y la capa de electrodo frontal transparente, que han sido depositadas para la manufactura de la celda 321, son retiradas por lo tanto, exponiendo el sustrato de vidrio 31 en la región periférica 311 como se muestra en la Figura 6. Ahora que el sustrato vidrio 31 está expuesto de esta manera, el sustrato puede adherirse firmemente a una resina de sellamiento, lo cual será explicado más adelante.

En el módulo de celdas solares de película delgada integradas fabricado así, solamente la capa de electrodo frontal transparente 321a' está formada sobre las regiones especificadas correspondientes a las cuerdas (dos regiones en la Figura 6), y no se proveen la unidad fotovoltaica 321b y la capa de electrodo posterior 321c. Por lo tanto, la capa de electrodo frontal 321' está expuesta. La porción expuesta de la capa de electrodo frontal proporciona una ventana para la transmisión de la luz.

La capa de electrodo frontal transparente expuesta 321a' está formada continua al electrodo frontal transparente 321a de una cuerda (véase, en particular la Figura 7) para asegurar el flujo de corriente eléctrica en la estructura de celda solar de película delgada integrada, esto es, el flujo de corriente desde la capa de electrodo transparente frontal 321a, la unidad fotovoltaica 321b y la capa de electrodo posterior 321c de una cuerda a aquellas de la otra cuerda en cuerdas adyacentes envolviendo la capa de electrodo frontal transparente 321a' el módulo de celdas solares de película delgada 10 de la estructura translúcida descrita anteriormente puede manufacturarse como sigue. Primero, se forma una capa de electrodo frontal transparente sobre sustancialmente la superficie completa de un sustrato transmisor de la luz 31. Luego, se forman los surcos de separación SV1 mediante grabado con láser. Los surcos de separación, que se

requieren en el caso de la formación de cuerdas, no se forman en una región donde la ventana de transmisión de luz 321a' después de esto, la unidad fotovoltaica se forma sobre la superficie completa y se hacen los surcos de separación SV2 luego, se forma una capa de electrodo sobre la superficie completa, y se hacen los surcos de separación SV3. Luego, aquellas porciones de la capa de electrodo posterior y la unidad fotovoltaica que caen sobre la ventana transmisora de luz 321a', son retirados por un proceso de remoción tal como grabado o remoción por láser. Por lo tanto se expone la capa de electrodo transparente frontal 321a' de la ventana transmisora de luz. Puede utilizarse un solvente para eliminar por grabado. Si este es el caso, puede utilizarse una solución acuosa de ácido tal como ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido acético o ácido fosfórico y una mezcla de estos para eliminar la porción de la capa de electrodo posterior, y una solución acuosa de, por ejemplo, tetrafluoruro de carbono o hidróxido de sodio para retirar la porción de la unidad fotovoltaica.

Se describirá otro método para manufacturar el módulo de celdas solares de película delgada que tiene una estructura translúcida de las Figuras 6 y 7. Primero, se forma una capa de electrodo frontal transparente, y se hacen los surcos de separación SV1 como se describió anteriormente. Luego se formara una región donde una ventana de transmisión de luz 321a' está cubierta con una máscara. Se forma una unidad fotovoltaica sobre la superficie completa de la estructura resultante, y se hacen los surcos de separación SV2. Entonces, se forma una capa de electrodos sobre la superficie completa y se hacen los surcos de separación SV3. Después de esto, aquellas porciones de la capa de electrodo y la unidad fotovoltaica que caen sobre la máscara, serán retirados exponiendo así la ventana 321a'.

Como se muestra en la Figura 7, la parte posterior del módulo de celdas solares es sellado y protegido mediante un miembro de sellamiento transparente, por ejemplo, una película transparente 34, a través de una capa de resina de sellamiento transparente (capa adhesiva) 33.

La resina de sellamiento transparente utilizada es de un tipo que puede sellar completamente las celdas unitarias 321 provistas sobre el sustrato de transmisión de luz 31 y que puede adherirse firmemente al miembro de sellamiento tal como la película de protección 34. La resina puede suavizarse y eventualmente fundirse cuando se calienta, y puede entonces curarse. Usualmente, se mezcla en la resina un agente de entrecruzamiento basado en peróxidos orgánicos. Ejemplo de resinas son resinas termoplásticas tales como la resina de copolímero etileno/vinilo (EVA), la resina de copolímero etileno/acetato de vinilo/trialil isocianurato (EVAT), polivinilbutiral (PVB) y poliisobutileno (PIB) de estas resinas la EVA es una resina de sellamiento preferible en términos de precio y de la adhesión con el sustrato. En términos de resistencia a la luz, es preferible el polivinilbutiral. La película de sellamiento transparente 34 protege el módulo de celdas solares cuando el módulo se instala en exteriores. La película 34 debería ser por lo tanto excelente en resistencia a la humedad y resistencia a la agua así como en propiedades de aislamiento. Es suficiente que la película 34 comprenda una película de resina fluorada tal como una película de fluoruro de polivinilo (por ejemplo, película Tedler (marca registrada)) como una película de resina tal como polietilentereftalato (PET) provista sobre el lado adyacente de la capa de resina de sellamiento 13. La película de sellamiento 14 puede ser de una estructura de capa sencilla consistente de la película orgánica mencionada anteriormente o una estructura de capas múltiples. Un ejemplo preferible de la película de resina es una película de resina fluorada. El miembro de sellamiento posterior no está limitado a la película de resina 34; puede ser una capa de vidrio que tenga el mismo tamaño que el sustrato 31. El sellamiento de la parte posterior del módulo con la resina de sellamiento transparente y el miembro de sellamiento puede llevarse a cabo mediante un método ordinario calentando bajo presión. Sobra decir que la resina de sellamiento llena la región (ventana de transparencia 312) entre los segmentos 32 mostrados en la Figura 6.

La Figura 8 ilustra un módulo de celda solar de película delgada de tipo translúcido 40 de acuerdo con otra realización de la presente invención, en la cual la ventana transmisora de luz 321a'', o las porciones expuesta de la capa de electrodo frontal transparente, están dispuestas en intervalos en una dirección que cruza las cuerdas y son paralelas una a la otra. La parte posterior del módulo se sella con una capa de resina de sellamiento transparente y un miembro de sellamiento (no mostrado en la Figura 8 por simplicidad) como en el módulo mostrado en las Figuras 6 y 7.

El módulo de celda solar 10 mostrado en la Figura 8 puede manufacturarse de la siguiente manera. Primero, se forma una estructura de celda solar de película delgada integrada sobre un sustrato transmisor de luz 31 mediante un método ordinario. Entonces, estas porciones de una capa de electrodo posterior y una unidad fotovoltaica, que están presentes sobre las regiones donde se proveerá la ventana 321a'', se retiran mediante un procedimiento de eliminación tal como grabado o eliminación por láser para exponer las porciones correspondientes de la capa de electrodo transparente frontal 321a', proveyendo así ventanas transmisoras de luz. Puede utilizarse un solvente en la eliminación por grabado. Si éste es el caso, puede utilizarse una solución acuosa de un ácido tal como ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido acético o ácido fosfórico y una mezcla de estos para retirar la porción de la capa de electrodo posterior, y puede utilizarse una solución acuosa de, por ejemplo, tetrafluoruro de carbono o hidróxido de sodio para retirar la porción de la unidad fotovoltaica.

Alternativamente, el módulo de celda solar 40 mostrado en la Figura 8 puede formarse de la siguiente manera. En la formación de una estructura de celda solar de película delgada integrada sobre el sustrato transmisor de luz 31 mediante el método ordinario, se divide la capa de electrodo frontal transparente, y luego se enmascaran regiones en las cuales se proveerán ventanas transmisoras de luz. Después de esto, se forma la unidad fotovoltaica sobre la superficie completa, se hacen los surcos de separación SV2, la capa de electrodo posterior se forma sobre la superficie

5 completa, y se hacen los surcos de separación SV3 mediante el método ordinario. Entonces, aquellas porciones de la capa de electrodo posterior y la unidad fotovoltaica que caen sobre la máscara son eliminadas, proveyendo así las ventanas 321a". En el módulo de celda solar 40 de la Figura 8, las células unitarias adyacentes una a otra en la dirección que cruza a las cuerdas están conectadas eléctricamente una con otra, asegurando el flujo de corriente a través del módulo, puesto que la capa de electrodo frontal transparente es continua sobre el sustrato. Por lo tanto, no es necesario proveer un dispositivo adicional para asegurar el flujo de la corriente como sucede en el módulo de celda solar de las Figuras 6 y 7.

10 En los módulos de celda solar de película delgada tipo translúcido mostrados en las Figuras 6 a 8, la luz externa no pasa a través de las celdas unitarias 321 cuando los módulos están contruidos en forma de una ventana o luz cenital. No obstante, la luz externa pasa a través de las ventanas 321a' o 321a". Así, los módulos provee la llamada "estructura" transmisora de luz de tono ciego" que hasta ahora no había sido provista. Es preferible que le módulo de celda solar de película delgada tipo translúcido de la presente invención tenga las estructuras mostradas en las Figuras 6 a 8, en las cuales es provisto sobre sustancialmente la superficie completa del sustrato 31 transmisor de luz. Alternativamente, la estructura transmisora de luz de tono ciego puede formarse en una porción del sustrato transmisor de luz 31, por ejemplo, en la mitad superior o inferior o en la porción central. Adicionalmente, para exponer una porción de la capa de electrodo transparente frontal para proveer una ventana transmisora de luz, es suficiente retirar aquellas porciones de la capa de electrodo posterior y la unidad fotovoltaica, que caen sobre la ventana transmisora de luz. Por lo tanto, es posible proveer una estructura translúcida de un patrón arbitrario tal como un patrón de bandera ajedrezada. Aun en tal caso, la capa de electrodo frontal transparente, que se forma en continuidad sobre el sustrato, asegura la conexión eléctrica entre las celdas unitarias. Esto hace innecesario proveer conexiones eléctricas adicionales, dando como resultado una mejor apariencia estética del módulo.

20 Como se ha descrito, la presente invención provee un módulo de celda solar de película delgada que puede ser manufacturado mediante un método simple y que tiene una estructura translúcida de una patrón arbitrario, que no ha sido logrado nunca antes.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo de celda solar de película delgada de una estructura translúcida que comprende:
- Un sustrato transmisor de luz (11) que tiene una superficie rectangular; y
- 5 Una pluralidad de segmentos de celdas solares de película (12) teniendo, cada una, una superficie rectangular, en donde dos segmentos de celdas solares adyacentes (12) se extienden en paralelo uno a otro y están espaciados uno a otro exponiendo la superficie del sustrato para definir una brecha que comprende una ventana transmisora de luz (112) entre ellos,
- donde
- 10 cada segmento de celda solar (12) comprende una pluralidad de celdas solares unitarias (121) conectadas eléctricamente para formar un segmento de celda solar,
- la ventana transmisora de luz (112) separa dos segmentos de celdas solares adyacentes (12),
- la brecha (112) entre dos segmentos de celdas segmentos de celdas solares adyacentes se llena con una resina transparente (13)
- y
- 15 dicha pluralidad de segmentos de celdas solares (12) está formada sobre una superficie completa de dicho sustrato, excepto una porción periférica del mismo,
- caracterizado por que un miembro de sellamiento (13, 14) cubre dicha pluralidad de segmentos de celdas solares (12) y está unido a dicha superficie (11) en la porción periférica (111) del mismo.
- 20 2. El módulo de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha pluralidad de segmentos de celdas solares (12) comprenden cada uno una capa de electrodo frontal transparente (121a), una unidad fotovoltaica (121b) y una capa de electrodo posterior (121c).
3. El módulo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde la capa de electrodo frontal transparente (121a), la unidad fotovoltaica (121b) y la capa de electrodo posterior (121c) de dicha pluralidad de segmentos de celdas solares (12) se extienden en paralelo a los lados cortos de dicho sustrato (11).
- 25 4. El módulo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la superficie del sustrato se expone retirando una porción de celda solar entre dos segmentos de celda solar adyacentes por pulimiento.
5. El módulo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque el pulimiento se lleva a cabo por lavado por arena o trituración.
- 30 6. El módulo de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque el pulimiento hace que el sustrato de vidrio transmisor de luz pierda su transparencia y la transparencia de la ventana transmisora de luz es provista por la resina transparente.
7. El módulo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la ventana transparente a la luz tiene una anchura de 0.5 hasta 50 mm.
- 35 8. El módulo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque comprende adicionalmente una película de sellamiento transparente provista sobre la resina transparente.
9. Un panel de celdas solares de película delgada, tipo translúcido que comprende:
- un miembro de sellamiento transmisor de luz; y
- una pluralidad de módulos de celdas solares de película delgada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, provistos adyacentes uno a otro sobre el miembro de sellamiento transmisor de luz de tal forma que la resina de sellamiento transparente entre en contacto con el miembro de sellamiento transmisor de luz, donde dichos módulos
- 40 están conectados eléctricamente uno a otro.

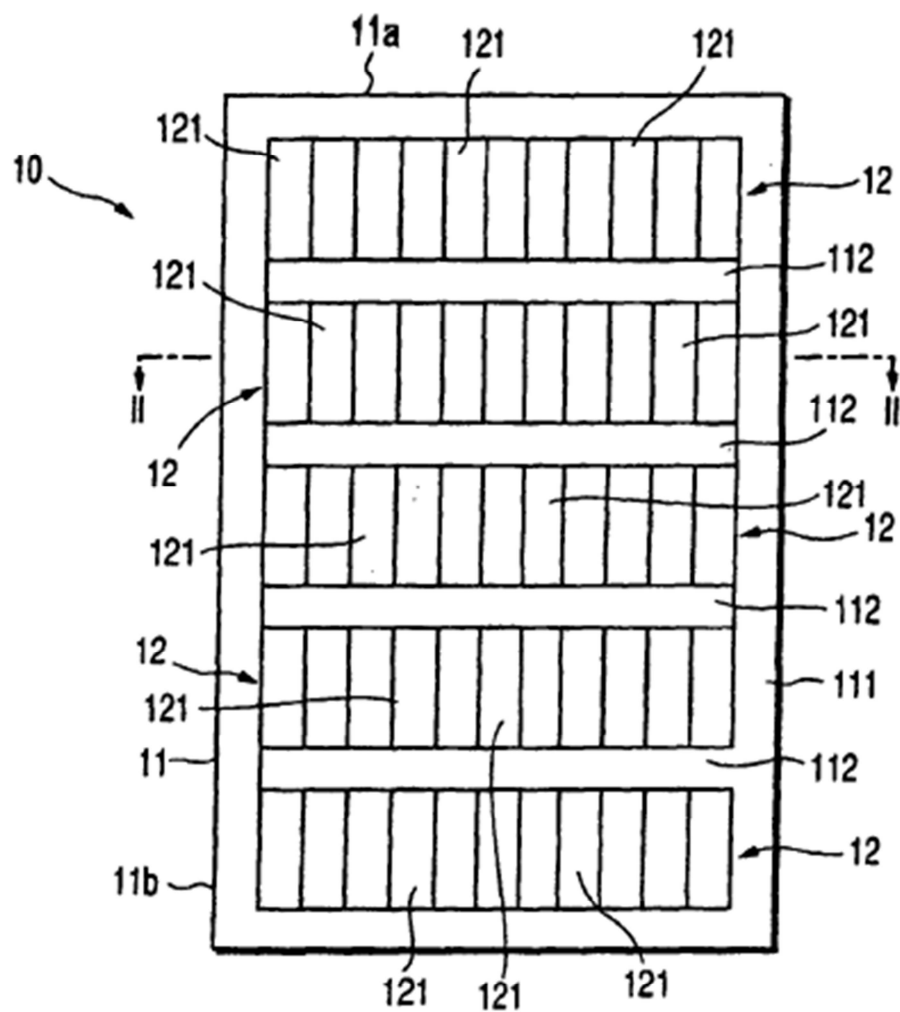


FIG. 1

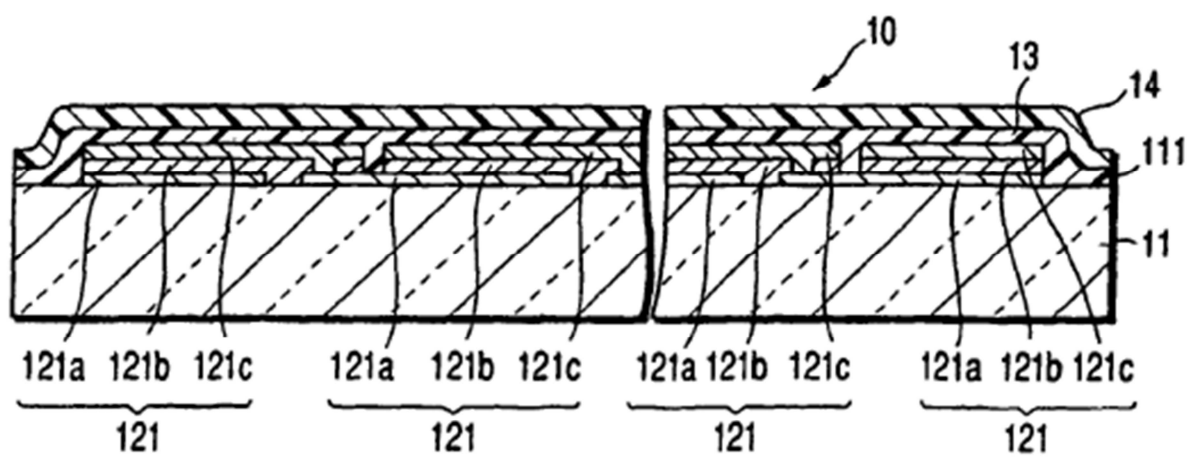


FIG. 2

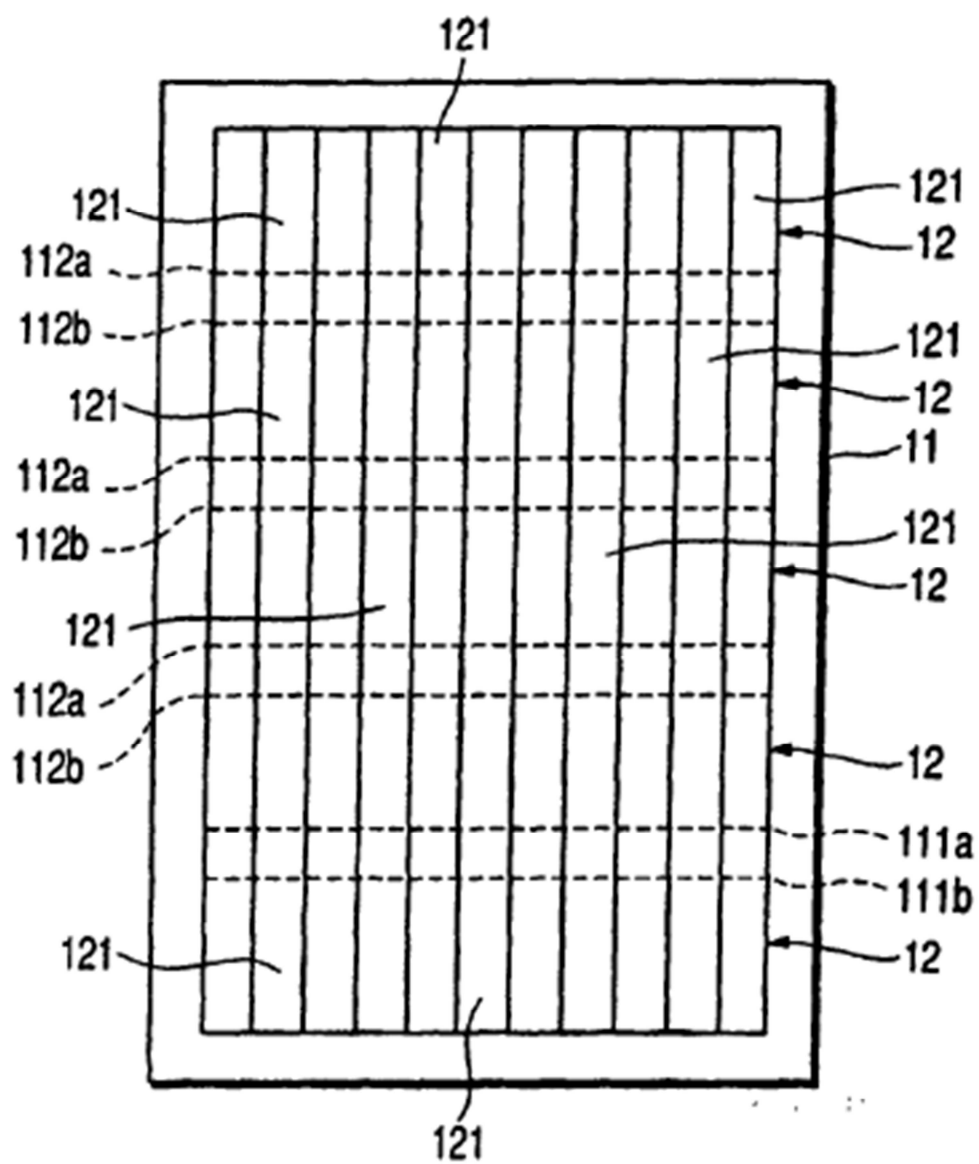


FIG. 3

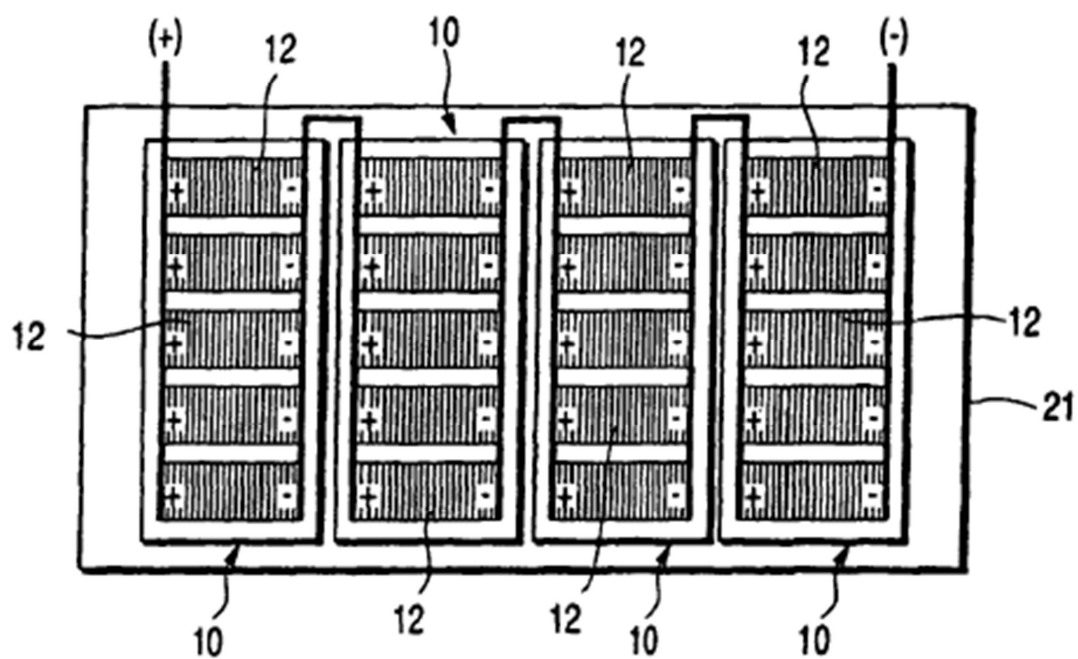


FIG. 4A

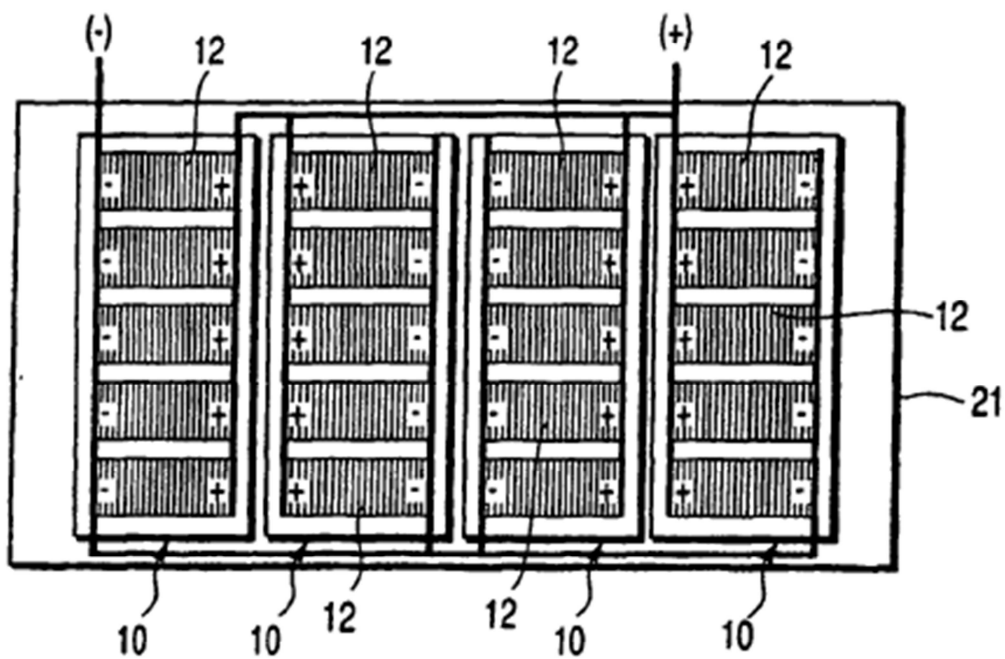


FIG. 4B

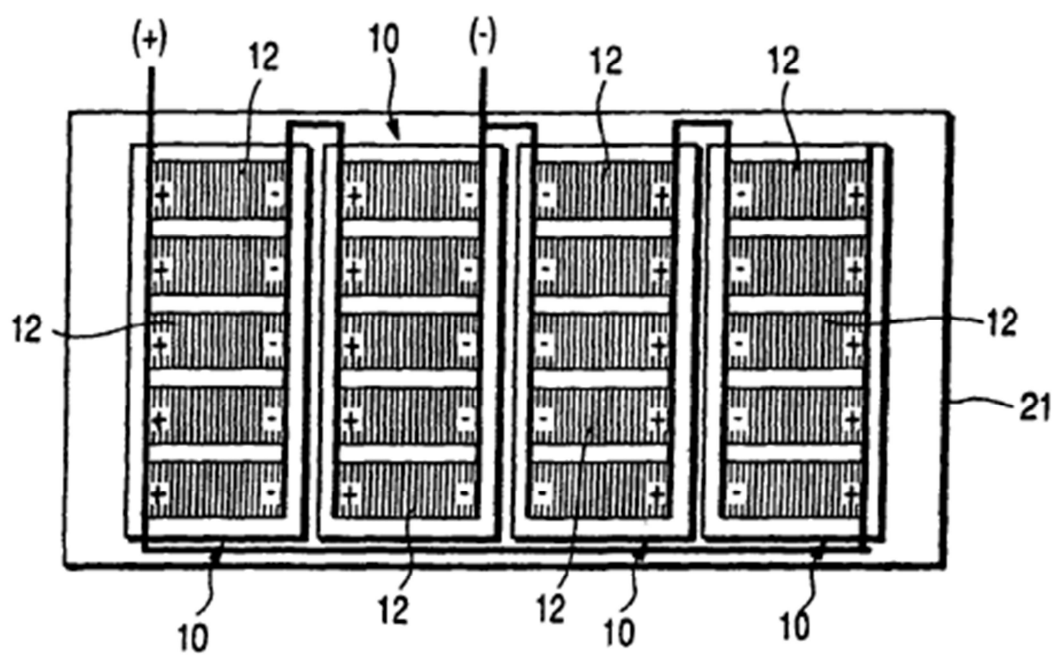


FIG. 5A

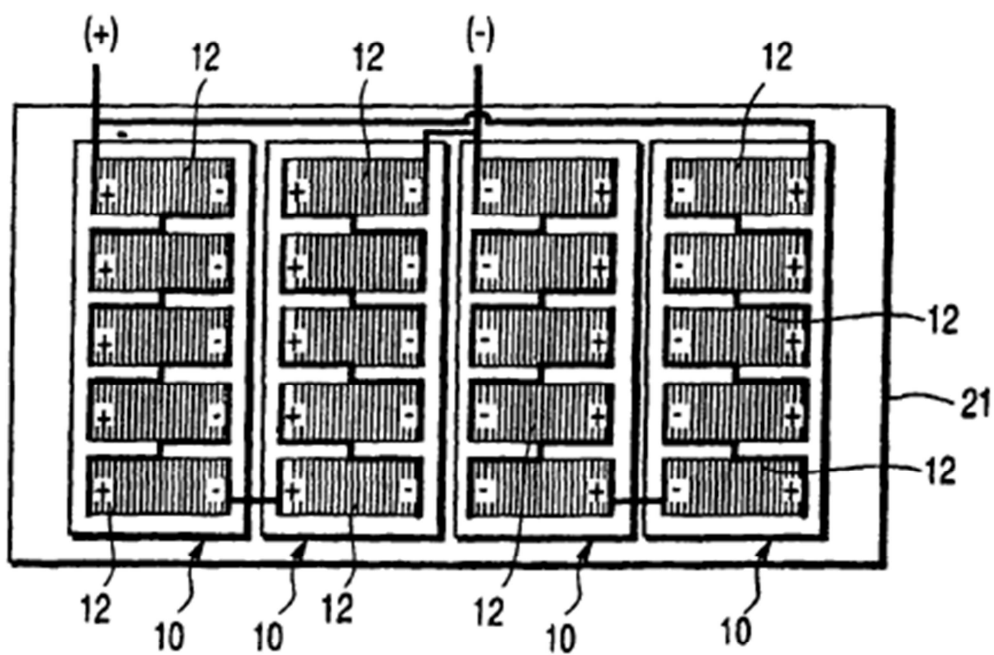


FIG. 5B

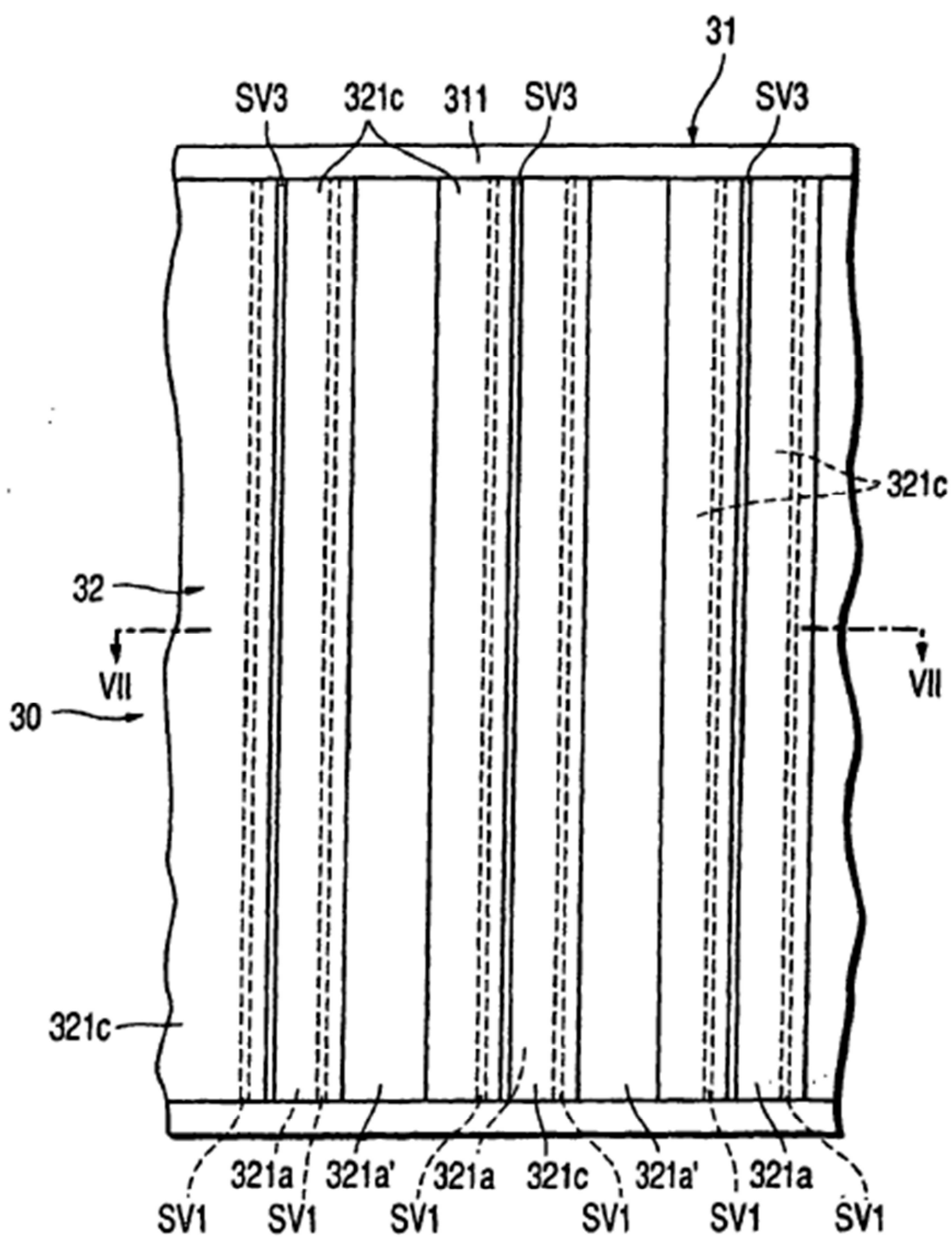


FIG. 6

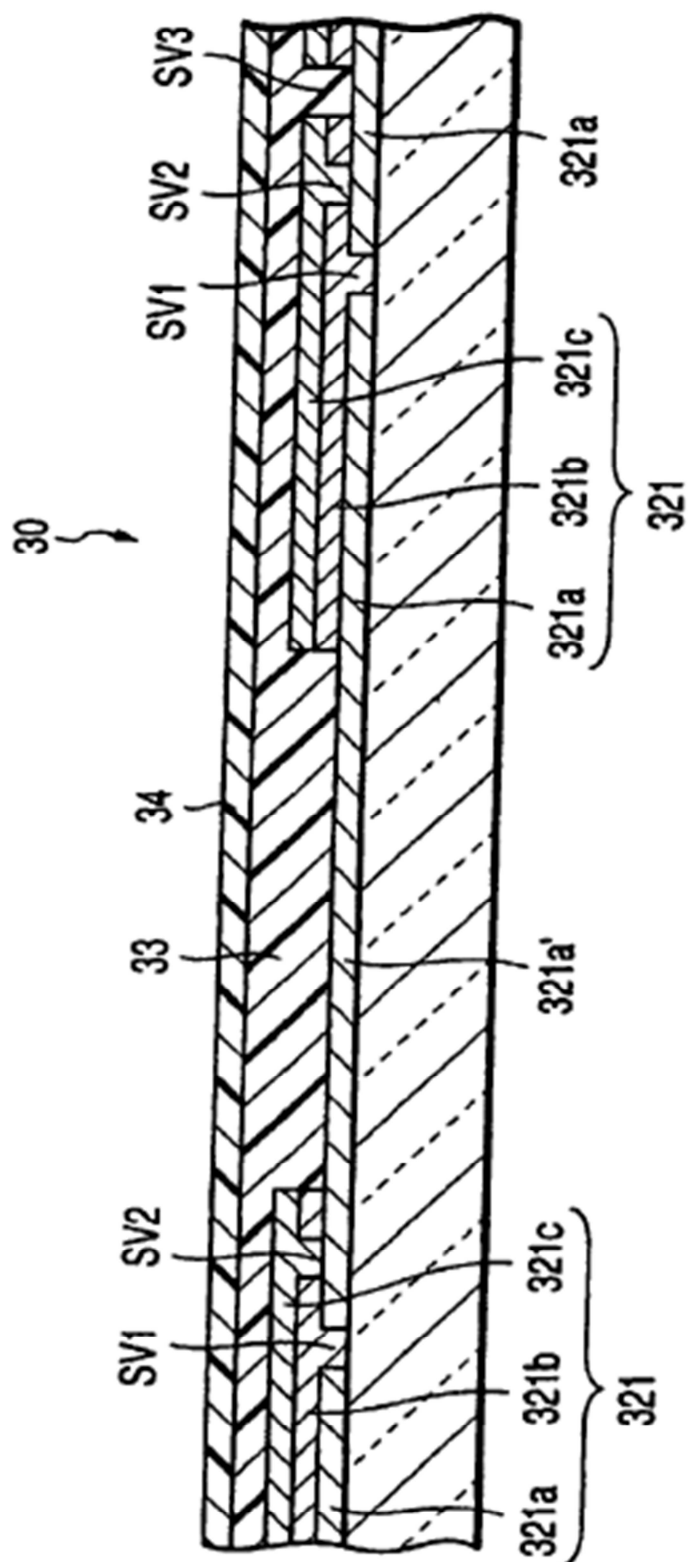


FIG. 7

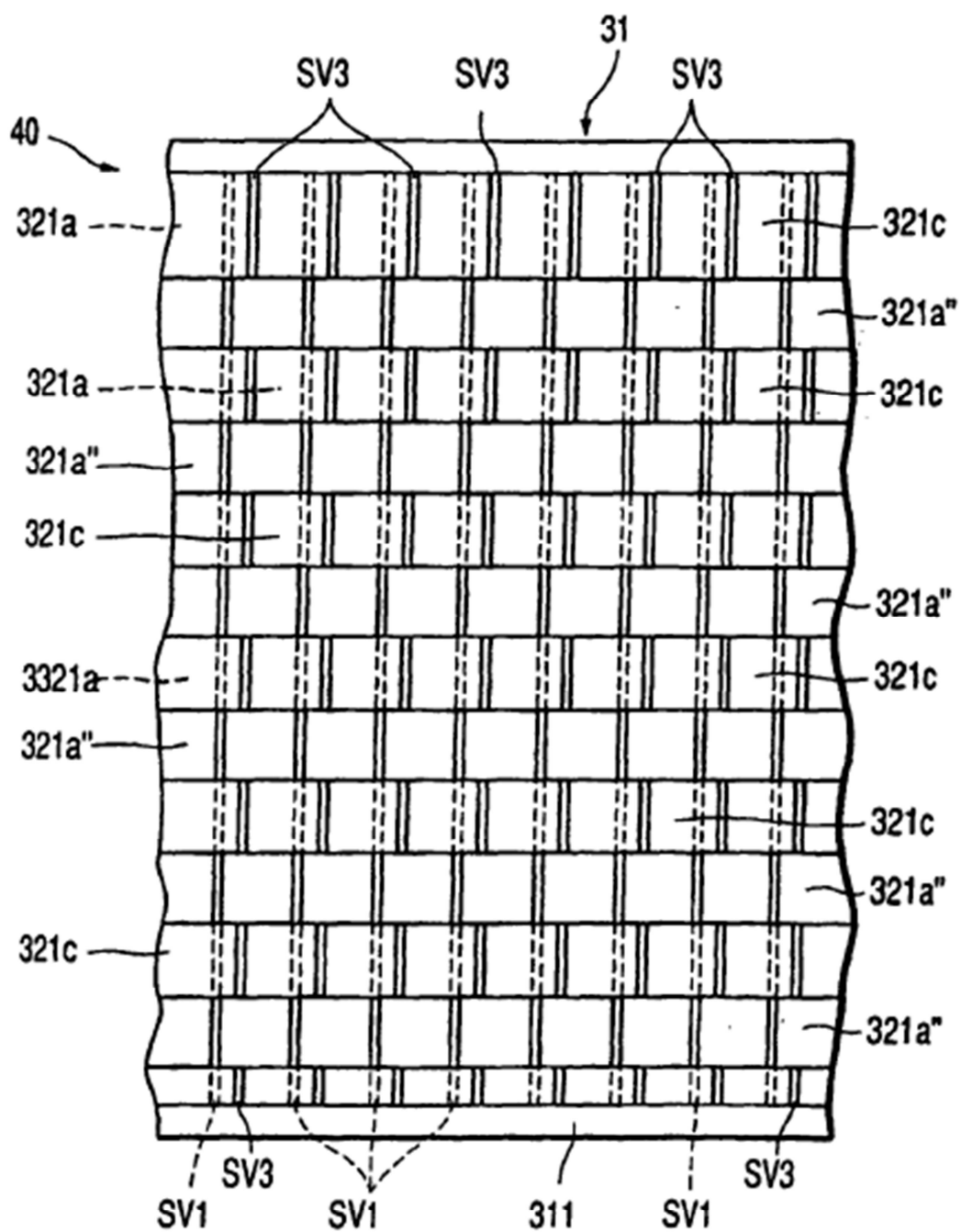


FIG. 8