

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 376**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0352 (2006.01)

H01L 31/05 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2013** **E 13182960 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020** **EP 2846361**

54 Título: **Célula solar con placa de circuito impreso**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
26.02.2021

73 Titular/es:

SOFTPV INC. (100.0%)
606ho, 545, Dunchon-daero, Jungwon-gu
Seongnam-si, Gyeonggi-do, KR

72 Inventor/es:

AHN, HYEON WOO y
LEE, SUNG GUE

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 808 376 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 con placa de circuito impreso

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una célula solar que tiene una estructura utilizando una placa de circuito impreso (PCB) y un balón de silicio.

10 **[0002]** Una célula solar que es un dispositivo para la conversión de energía de la luz en electricidad genera electricidad a partir de dos tipos de semiconductores, es decir, un semiconductor de tipo P y un semiconductor tipo N. Cuando se aplica luz a una célula solar, se generan electrones y agujeros en la célula solar. Los portadores de carga, como los electrones y los agujeros, se mueven a los polos P y N, y se genera una diferencia de potencial (potencia fotovoltaica) entre el polo P y el polo N. En este caso, cuando se conecta una carga a la célula solar, la corriente comienza a fluir, lo que se denomina efecto fotoeléctrico.

15 **[0003]** Una célula solar de silicio que se utiliza generalmente en un sistema de generación actual de energía fotovoltaica solar tiene una estructura que incluye un sustrato de oblea de silicio, una parte superior del electrodo, y un electrodo inferior. El sustrato de obleas de silicio tiene una unión PN entre una capa P y una capa N. En general, se forma una capa superior del sustrato de oblea de silicio como la capa N y una capa inferior del sustrato de oblea de silicio como la capa P. Se forman un electrodo superior y una película antirreflectante en una superficie superior de la capa N, y se forma un electrodo inferior en una superficie inferior de la capa P. Cuando se aplica luz a la célula solar que tiene la estructura, se generan portadores de carga como electrones y agujeros en la célula solar, y entre los portadores de carga, los electrones se mueven hacia un semiconductor de tipo N y los agujeros se mueven hacia un tipo P semiconductor. Los portadores de carga que se mueven hacia los semiconductores de tipo N y P se mueven hacia los electrodos y, por lo tanto, la corriente comienza a fluir.

20 El documento US 2010/0065863 A1 divulga un aparato electrónico, como un dispositivo de iluminación compuesto por diodos emisores de luz (LED) o un aparato generador de energía que comprende diodos fotovoltaicos, que pueden crearse mediante un proceso de impresión, usando un semiconductor u otra tinta de partículas de sustrato o suspensión y usando una lente de partículas de tinta o suspensión. Un aparato ejemplar según el documento US 2010/0065863 A1 comprende una base; al menos un primer conductor; una pluralidad de diodos acoplados al al menos un primer conductor; al menos un segundo conductor acoplado a la pluralidad de diodos; y una pluralidad de lentes suspendidas en un polímero depositado o unido sobre los diodos.

25 **[0004]** La célula solar construida como se describe anteriormente tiene problemas en que un área de recepción de luz se reduce ya que la luz está cubierta por el electrodo superior, y en un módulo de célula solar, la eficiencia se reduce debido a la resistencia conductora de una cinta que conecta las células. Con el fin de mejorar la eficiencia de conversión fotoeléctrica, se han intentado aumentar un área de recepción de luz reduciendo el ancho de línea de un electrodo superior y para reducir la pérdida de reflexión al reducir la reflectancia de una célula solar. Además de tales intentos, se han realizado varios estudios para reducir los costos de fabricación de células solares.

35 **[0005]** La presente invención se dirige a una célula solar que tiene una nueva estructura que puede aumentar un área receptora de luz usando un generador de efecto fotoeléctrico que tiene forma de bola y puede reducir los costes de fabricación utilizando una estructura de placa de circuito impreso (PCB).

40 **[0006]** Según la presente invención, se proporciona una célula solar de acuerdo con la reivindicación 1.

45 **[0007]** Cada uno de la pluralidad de generadores de efecto fotoeléctrico puede incluir silicio de tipo P o silicio de tipo N, y una capa de difusión que tiene una unión P-N se forma en una superficie de la porción receptora de luz del generador de efectos fotoeléctricos.

50 **[0008]** Una superficie de cada una de la pluralidad de generadores de efecto fotoeléctrico puede tener una forma con textura. Una capa de recubrimiento recubierta con un material antirreflectante puede formarse en una superficie de cada uno de la pluralidad de generadores de efectos fotoeléctricos.

55 **[0009]** Cada uno de la pluralidad de electrodos superior incluye una porción de conexión que se forma para definir cada uno de la pluralidad de orificios de fijación y está conectado a cada una de las porciones de recepción de luz de generadores de efecto fotoeléctrico; una primera porción de extensión que se extiende en una primera dirección desde la porción de conexión; y una porción de comunicación superior que se forma en una porción de extremo de la primera porción de extensión para definir cada uno de la pluralidad de agujeros de comunicación.

60 **[0010]** Cada uno de la pluralidad de electrodos inferior incluye una parte llena que se llena en el agujero de fijación y está conectado a la parte no receptora de luz del generador de efecto fotoeléctrico; una segunda porción de extensión que se extiende en una segunda dirección, que está opuesta a la primera dirección, desde la porción llena; y una porción de comunicación inferior que se forma en una porción de extremo de la segunda porción de extensión para definir el agujero de comunicación.

65 **[0011]** Un miembro de aislamiento para el aislamiento de la parte de conexión y la porción de llenado puede estar

formada en el agujero de fijación.

[0012] La célula solar puede incluir además una película antirreflectante que se forma mediante el recubrimiento de un material antirreflectante sobre la superficie superior del sustrato. La célula solar puede incluir además: una placa de vidrio que está dispuesta en una superficie superior de la película antirreflectante; y una capa de recubrimiento de nanotubos de carbono (CNT) que se forma en una superficie superior de la placa de vidrio e incluye un material de CNT.

[0013] La célula solar puede incluir además una película de difusión térmica que se apila sobre la superficie inferior del sustrato, y se difunde calor del sustrato.

[0014] La célula solar puede incluir además al menos una placa de circuito que está dispuesta en la superficie inferior del sustrato, e incluye un patrón de circuito que está conectado eléctricamente a cada uno de la pluralidad de electrodos inferiores.

[0015] Agujeros de aire a través del cual pasa el aire para reducir la resistencia al viento pueden estar formados en y a través del sustrato.

[0016] Los objetos y configuraciones de la célula solar usando la PCB de acuerdo con la presente invención resultarán más evidentes de la descripción detallada de las realizaciones ejemplares de la presente invención sobre la base de los dibujos adjuntos.

[0017] Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la presente invención serán más evidentes para los de experiencia ordinaria en la técnica mediante la descripción en detalle de realizaciones ejemplares con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

FIG. 1 es una vista en sección transversal que ilustra una célula solar que usa una placa de circuito impreso (PCB) de acuerdo con una realización de la presente invención;
FIG. 2 es una vista en planta que ilustra un sustrato de la FIG. 1;
FIG. 3 es una vista posterior que ilustra el sustrato de la FIG. 1;
FIG. 4 es una vista en sección transversal ampliada que ilustra una bola de silicio de la FIG. 1;
FIG. 5 es una vista en planta que ilustra el sustrato sobre el cual están dispuestos los electrodos superiores;
FIG. 6 es una vista posterior que ilustra el sustrato sobre el que están dispuestos los electrodos inferiores; y
FIG. 7 es una vista en sección transversal que ilustra una célula solar que usa una PCB de acuerdo con otra realización de la presente invención.

[0018] Los ejemplos de realizaciones de la presente invención se describirán en detalle a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan.

[0019] La FIG. 1 es una vista en sección transversal que ilustra una célula solar que usa una placa de circuito impreso (PCB) de acuerdo con una realización de la presente invención. FIG. 2 es una vista en planta que ilustra un sustrato 110 de la FIG. 1. FIG. 3 es una vista posterior que ilustra el sustrato 110 de la FIG. 1).

[0020] Haciendo referencia a las FIGS. 1 a 3, la célula solar incluye el sustrato 110 formado por un material aislante, una pluralidad de generadores de efectos fotoeléctricos que se proporcionan en el sustrato 110, una pluralidad de electrodos superiores 130 que se forman en una superficie superior del sustrato 110, y una pluralidad de electrodos inferiores 140 que se forman sobre una superficie inferior del sustrato 110.

[0021] Un sustrato utilizado para una PCB en general se utiliza como el sustrato 110 formado de un material aislante. El sustrato 110 puede estar formado de un material tal como una resina epoxídica, una resina fenólica o una poliimida.

[0022] Una pluralidad de orificios de fijación 111 y orificios de comunicación 112 están formados alternativamente en y a través del sustrato 110. Los orificios de fijación 111 y los orificios de comunicación 112 se forman alternativamente en una dirección específica. Los orificios de fijación 111 proporcionan espacios para la comunicación de bolas de silicio 120 y los electrodos inferiores 140, y los agujeros de comunicación 112 proporcionan espacios para la comunicación de los electrodos superiores 130 y los electrodos inferiores 140.

[0023] Los generadores de efecto fotoeléctrico se fijan al sustrato 110 y función para generar efectos fotoeléctricos al recibir luz. Cada uno de los generadores de efectos fotoeléctricos puede estar formado por un material semiconductor capaz de generar un efecto fotoeléctrico, por ejemplo, arseniuro de silicio o galio (GaAs).

[0024] En las FIGS. 1 a 3, el generador de efectos fotoeléctricos tiene forma de bola para aumentar una porción de recepción de luz. El término "forma de bola" usado en el presente documento abarca una forma que tiene una superficie externa curvada tal como una forma esférica y una forma ovalada.

[0025] El generador de efecto fotoeléctrico puede tener una estructura formada de un material semiconductor capaz

de generar un efecto fotoeléctrico, o puede tener una estructura formada por recubrimiento de un material semiconductor capaz de generar un efecto fotoeléctrico en una superficie exterior de balón de un material aislante (por ejemplo, plástico o vidrio). En la última estructura, los ejemplos del material semiconductor recubierto en la bola o superficie externa poliédrica pueden incluir silicio, CdTe y CIGS.

[0026] La siguiente explicación se hará en el supuesto de que el generador de efecto fotoeléctrico está formada de silicio y tiene una forma de bola, y el "generador de efecto fotoeléctrico" se refiere como la "bola de silicio" 120 por conveniencia de la explicación. En consecuencia, las descripciones de la bola de silicio 120 pueden aplicarse a otro tipo de generador de efectos fotoeléctricos.

[0027] La pluralidad de bolas de silicio 120 están fijadas al sustrato 110 para ser dispuestas sobre los orificios de fijación 111. Las bolas de silicio 120 se pueden fijar al sustrato 110 mediante su inserción parcialmente en los respectivos agujeros de fijación 111, y tienen diámetros mayores que los diámetros de los orificios de fijación 111. las bolas de silicio 120 generan efectos fotoeléctricos por receptor de luz a través de porciones (en lo sucesivo como "partes expuestas") que están expuestas a una porción superior del sustrato 110.

[0028] Configuraciones de las bolas de silicio 120 se explicará a continuación en detalle.

[0029] A pesar de que las bolas de silicio 120 se insertan en los orificios de fijación 111 en las FIGS. 1 a 3, la presente realización no está limitada a las mismas y las bolas de silicio 120 no pueden insertarse en los agujeros de fijación 111 de acuerdo con las formas y tamaños de los generadores de efectos fotoeléctricos.

[0030] La pluralidad de electrodos superiores 130 están formados en la superficie superior del sustrato 110, y están conectados a respectivas partes de recepción de luz (es decir, las partes expuestas) de las bolas de silicio 120. Haciendo referencia a la FIG. 2, cada uno de los electrodos superiores 130 incluye una porción de conexión 131, una primera porción de extensión 132 y una porción de comunicación superior 133.

[0031] La porción de conexión 131 está formada para definir cada uno de los agujeros de fijación 111 y está conectada a la porción receptora de luz de cada una de las bolas de silicio 120. La porción de conexión 131 puede estar formada para tener una forma de anillo, y está conectada eléctricamente a la bola de silicio 120 poniéndose en contacto con la porción de recepción de luz el balón de silicio 120.

[0032] La primera porción de extensión 132 se extiende en una primera dirección (hacia la derecha en la FIG. 2) desde la porción de conexión 131. La primera porción de extensión 132 se extiende en la primera dirección desde la porción de conexión 131 para alcanzar cada uno de los orificios de comunicación 112 que está lejos de la porción de conexión 131 en la primera dirección.

[0033] La parte de comunicación superior 133 se forma en una porción de extremo de la primera parte de extensión 132 para definir el agujero de comunicación 112. La porción de comunicación superior 133 puede estar formada para tener una forma de anillo, como la porción de conexión 131.

[0034] La pluralidad de electrodos inferiores 140 se forman en la superficie inferior del sustrato 110, y se conectan a porciones respectivas que no reciben luz que se insertan en los agujeros de fijación 111 de las bolas de silicio 120. Los electrodos inferiores 140 se comunican con electrodos superiores 130 a través de los orificios de comunicación 112 y están conectados eléctricamente en serie a las respectivas bolas de silicio 120.

[0035] Haciendo referencia a la FIG. 3, cada uno de los electrodos inferiores 140 incluye una porción de llenado 141, una segunda parte de extensión 142, y una porción de comunicación inferior 143.

[0036] La porción rellena 141 se llena en cada uno de los agujeros de fijación 111 y está conectada a la porción no receptora de luz de cada una de las bolas de silicio 120. La porción rellena 141 se forma llenando un material conductor en el orificio de fijación 111. Un miembro aislante 116 para aislar la porción de conexión 131 y la porción rellena 141 se puede formar en el agujero de fijación 111.

[0037] La segunda parte de extensión 142 se extiende en una segunda dirección (que está opuesta a la primera dirección, hacia la izquierda en la Fig. 3) de la porción rellena 141, para alcanzar el orificio de comunicación 112 que está lejos de la porción rellena 141 en la segunda dirección.

[0038] La porción de comunicación inferior 143 está formada en una porción de extremo de la segunda porción de extensión 142 para definir el orificio de comunicación 112. La porción de comunicación inferior 143 puede estar formada para tener una forma de anillo como la porción de comunicación superior 133, y está conectada a la parte de comunicación superior 133 de electrodo superior 130 a través de una capa de recubrimiento 115 que está formada en una pared interior del orificio de comunicación 112.

[0039] Cada uno del electrodo superior 130 y del electrodo inferior 140 puede estar formado de un material conductor como el cobre o la plata, y pueden formarse utilizando el mismo método que el utilizado para formar un patrón de

circuito general de la PCB. En la configuración anterior, la porción receptora de luz de la bola de silicio 120 está conectada eléctricamente al electrodo inferior 140 que está lejos en la primera dirección a través del electrodo superior 130, y la porción no receptora de luz de la bola de silicio 120 está eléctricamente conectada al electrodo superior 130 que está lejos de distancia en la segunda dirección a través del electrodo inferior 140.

[0040] Una película antirreflectante 150 se forma mediante el recubrimiento de un material antirreflectante (por ejemplo, una resina basada en flúor, nanopartículas, SiO₂ o TiO₂) en la superficie superior del sustrato 110, y una capa de recubrimiento 180 formada de un material aislante se forma sobre la superficie inferior del sustrato 110 para proteger el electrodo inferior 140.

[0041] Una placa de transmisión de luz 160 formada por un material de transmisión de luz a través del cual se transmite la luz (por ejemplo, vidrio) está dispuesta sobre una superficie superior de la película antirreflectante 150 para proteger el electrodo superior 130. Un recubrimiento de nanotubos de carbono (CNT) 170 que incluye un material de CNT puede estar formado en una superficie superior de la placa que emite luz 160. La capa de revestimiento CNT 170 reduce una reflectancia de manera que una cantidad máxima de luz se transmite a la bola de silicio 120.

[0042] Una película de difusión térmica para difundir el calor del sustrato 110 puede apilarse adicionalmente en la superficie inferior del sustrato 110. La película de difusión térmica funciona para emitir calor del sustrato 110 al exterior, y puede unirse a una superficie inferior de la capa de recubrimiento 180 cuando se incluye la capa 180 de revestimiento.

[0043] En la célula solar construida como se describe anteriormente, ya que la luz se absorbe mediante el balón de silicio 120, una zona receptora de luz puede ser mayor que la de una célula solar convencional de panel plano. Dado que el electrodo superior 130 está dispuesto debajo de la bola de silicio 120, se puede resolver el problema de que la luz está cubierta por el electrodo superior 130. En adición, ya que la célula solar se puede fabricar usando un método de fabricación de un patrón de circuito de un PCB, un proceso de fabricación puede simplificarse y los costes de fabricación se pueden reducir.

[0044] La FIG. 4 es una vista en sección transversal ampliada que ilustra la bola de silicio 120 de la FIG. 1).

[0045] La bola de silicio 120 incluye silicio de tipo P o silicio de tipo N, y una capa de difusión 121 que tiene un PN de unión está formada sobre una superficie de la porción receptora de luz de la bola de silicio 120. La bola de silicio 120 puede adicionalmente incluir un dopante tipo P o tipo N.

[0046] En la FIG. 4, la bola de silicio 120 está formada de silicio de tipo P, y la capa de difusión 121 que es una capa de tipo N se forma en una superficie de la bola de silicio 120. En este caso, la capa de difusión 121 puede formarse difundiendo POCl₃ o H₃PO₄ que incluye elementos del grupo V en la bola de silicio 120 formada de silicio de tipo P a alta temperatura y que realiza un proceso de dopaje. El proceso de dopaje puede llevarse a cabo en un estado donde la bola de silicio 120 se une al sustrato 110. En este caso, una capa de POCl₃ o una capa de H₃PO₄ se forma, además, sobre el sustrato 110.

[0047] A pesar de que se forma la bola de silicio 120 de silicio en la FIG. 4, la bola de silicio 120 puede formarse recubriendo silicio sobre una bola aislante.

[0048] La parte de conexión 131 del electrodo superior 130 hace contacto con la capa de difusión 121 y un polo N, y la parte llena 141 del electrodo inferior 140 se conectan a un poste P de la bola de silicio 120. Cuando la luz se aplica a la bola de silicio 120, los electrones y los agujeros se generan en la bola de silicio 120, y los electrones se mueven hacia la capa de difusión 121 y el electrodo superior 130 y los agujeros se mueven hacia el electrodo inferior 140, haciendo que la corriente comience a fluir.

[0049] Una superficie de la bola de silicio 120 puede tener una forma de textura 122 con el fin de reducir la reflectancia, y una capa de revestimiento 123 revestida con un material antirreflectante puede estar formada, además, en la superficie del silicio balón 120. Puesto que la superficie de textura se forma en la bola de silicio 120, la capa de revestimiento 123 para anti-reflexión se forma en la superficie de la bola de silicio 120, y la capa de revestimiento de CNT 170 se forma en la placa de transmisión de luz 160, La pérdida de reflexión puede reducirse considerablemente.

[0050] La FIG. 5 es una vista en planta que ilustra el sustrato 110 sobre el cual están dispuestos los electrodos superiores 130. FIG. 6 es una vista posterior que ilustra el sustrato 110 sobre el cual están dispuestos los electrodos inferiores 140.

[0051] Haciendo referencia a las FIGS. 5 y 6, los electrodos superiores 130 están dispuestos para formar una pluralidad de columnas, y los electrodos inferiores 140 están dispuestos para corresponder a los electrodos superiores 130. La presente realización no está limitada a los mismos, y la célula solar puede fabricarse para tener cualquiera de varias otras estructuras de acuerdo con las formas y disposiciones de los electrodos superiores 130.

[0052] En particular, a diferencia de una célula solar de silicio convencional que incluye un módulo de célula solar que

se forma mediante la conexión de una pluralidad de células, la célula solar de acuerdo con la presente la invención puede fabricarse para tener cualquiera de varias áreas de acuerdo con un área del sustrato 110 y el número de bolas de silicio 120. Además, dado que no se requiere una cinta para conectar las células, puede evitarse la pérdida de potencia que se produce debido a la resistencia conductiva de la cinta

[0053] Una pluralidad de agujeros de aire 117 a través de la cual el aire pasa a fin de reducir la resistencia al viento pueden estar formados en y a través del sustrato 110. Los agujeros de aire 117 puede pasar verticalmente a través de las superficies superior e inferior del sustrato 110, y por lo tanto el viento puede pasar a través de las superficies superior e inferior del sustrato 110. Aunque los agujeros de aire 117 que tienen formas ranuradas se forman a intervalos predeterminados en las FIGS. 5 y 6, las formas y el número de los agujeros de aire 117 pueden cambiarse de forma diversa.

[0054] La FIG. 7 es una vista en sección transversal que ilustra una célula solar que usa una PCB de acuerdo con otra realización de la presente invención.

[0055] La célula solar de la FIG. 7 incluye adicionalmente una placa de circuito 190 para realizar una función específica en comparación con la célula solar de la realización anterior. La placa de circuito 190 está dispuesta en la superficie inferior del sustrato 110, e incluye circuitos superior e inferior patrones 191 y 192 que están conectados eléctricamente al electrodo inferior 140.

[0056] Como tal, ya que la célula solar de la FIG. 7 tiene una estructura de PCB, la célula solar puede tener una estructura integrada al apilar la placa de circuito 190 que tiene una función específica. Por ejemplo, cuando la célula solar está conectada a un sistema de almacenamiento de energía (ESS), la placa de circuito 190 puede tener la función de conectar la célula solar y el ESS y convertir una señal.

[0057] El patrón superior 191 y el patrón inferior 192 están provistos respectivamente en una superficie superior y una superficie inferior de la placa de circuito 190 en la FIG. 7) En consecuencia, el patrón superior 191 y el patrón inferior 192 se comunican entre sí a través de una capa de recubrimiento 193 que se forma en una pared interna de un agujero de comunicación. La placa de circuito 190 no está limitada a la misma, y una forma y el número de la(s) placa(s) de circuito(s) 190 añadidos a la célula solar pueden cambiarse de manera diversa. Por ejemplo, la placa de circuito 190 puede formarse como una sola capa, o dos o más placas de circuito 190 pueden apilarse como capas múltiples.

[0058] Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con una célula solar de la presente invención construida como se ha descrito anteriormente, ya que la luz se absorbe utilizando un generador de efecto fotoeléctrico que tiene una bola o forma poliédrica, un área receptora de luz puede ser mayor que la de una célula solar convencional de panel plano, y dado que un electrodo superior está dispuesto debajo del generador de efectos fotoeléctricos, puede resolverse el problema de que la luz está cubierta por el electrodo superior.

[0059] Además, puesto que la célula solar se puede fabricar usando un método de fabricación de un patrón de circuito de un PCB, puede simplificarse un proceso de fabricación y se pueden reducir los costes de fabricación.

[0060] Una pérdida de reflexión puede ser reducida en gran medida debido a una estructura texturizada formada sobre una superficie de una bola de silicio, una capa de recubrimiento anti-reflejo de la bola de silicio, y una capa de revestimiento CNT de una placa de vidrio.

[0061] Además, la célula solar puede ser fabricada para tener cualquiera de varias áreas de acuerdo con una superficie de un sustrato y el número de bolas de silicio. Como no se requiere una cinta para conectar las células, se puede evitar la pérdida de potencia que se produce debido a la resistencia conductiva de la cinta.

REIVINDICACIONES

1. Una célula solar que utiliza una placa de circuito impreso, PCB, comprendiendo la célula solar:

- 5 un sustrato (110) que está formado por un material aislante y en donde atraviesan una pluralidad de agujeros de fijación (111) y agujeros de comunicación (112) se forman alternativamente;
una pluralidad de generadores de efectos fotoeléctricos (120) que tienen una forma de bola fijada al sustrato para disponerse sobre la pluralidad de orificios de fijación, y generan efectos fotoeléctricos al recibir luz a través de porciones receptoras de luz que están expuestas a una porción superior del sustrato;
- 10 una pluralidad de electrodos superiores (130) que se forman en una superficie superior del sustrato, y están conectados a las respectivas porciones receptoras de luz de los generadores de efectos fotoeléctricos; y
una pluralidad de electrodos inferiores (140) que se forman en una superficie inferior del sustrato para conectarse a las porciones respectivas que no reciben luz de los generadores de efectos fotoeléctricos, y se comunican con la pluralidad de electrodos superiores a través de la pluralidad de orificios de comunicación, en donde cada uno de la pluralidad de electrodos superiores comprende:
- 15 una porción de conexión (131) que está formada para definir cada uno de la pluralidad de agujeros de fijación y está conectada a cada una de las porciones receptoras de luz de los generadores de efectos fotoeléctricos por contactar con cada una de las porciones de recepción de luz;
una primera porción de extensión (132) que se extiende en una primera dirección desde la porción de conexión; y
una porción de comunicación superior (133) que se forma en una porción de extremo de la primera porción de extensión para definir cada uno de la pluralidad de agujeros de comunicación, en donde cada uno de la pluralidad de electrodos inferiores comprende:
- 20 una porción llena (141) que se llena en el orificio de fijación y está conectada a la porción no receptora de luz del generador de efectos fotoeléctricos;
una segunda porción de extensión (142) que se extiende en una segunda dirección, que está opuesta a la primera dirección, desde la porción llena; y
una porción de comunicación inferior (143) que se forma en una porción de extremo de la segunda porción de extensión para definir el orificio de comunicación, en donde cada uno de la pluralidad de generadores de efectos fotoeléctricos tienen diámetros mayores que los diámetros de los orificios de fijación para insertarse parcialmente dentro de los orificios de fijación, y
- 25 en donde la porción de comunicación inferior del electrodo inferior está conectada a la porción de comunicación superior del electrodo superior a través de una capa de recubrimiento en la pared interna del orificio de comunicación.
- 30
- 35
- 40 2. La célula solar de la reivindicación 1, en donde cada uno de la pluralidad de generadores de efectos fotoeléctricos comprende silicio de tipo P o silicio de tipo N, y una capa de difusión (121) que tiene una unión P-N se forma en una superficie del porción receptora de luz del generador de efectos fotoeléctricos.
- 45 3. La célula solar de la reivindicación 1 o 2, en donde una superficie de cada uno de la pluralidad de generadores de efectos fotoeléctricos tiene una forma texturizada (122).
- 50 4. La célula solar de la reivindicación 1, 2 o 3, en donde se forma una capa de recubrimiento (123) recubierta con un material antirreflectante en una superficie de cada uno de la pluralidad de generadores de efectos fotoeléctricos.
5. La célula solar de la reivindicación 1, en donde un miembro aislante (116) para aislar la porción de conexión y la porción llena se forma en el orificio de fijación.
6. La célula solar de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además una película antirreflectante (150) que se forma recubriendo un material antirreflectante en la superficie superior del sustrato.
- 55 7. La célula solar de la reivindicación 6, que comprende además:
- una placa de vidrio (160) que está dispuesta en una superficie superior de la película antirreflectante; y
una capa de recubrimiento de nanotubos de carbono, CNT, (170) que se forma en una superficie superior de la placa de vidrio y comprende un material de CNT.
- 60 8. La célula solar de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además una película de difusión térmica que se apila en la superficie inferior del sustrato y difunde el calor del sustrato.
9. La célula solar de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además al menos una placa de circuito (190) que está dispuesta en la superficie inferior del sustrato, y comprende un patrón de circuito que está conectado eléctricamente a cada uno de la pluralidad de electrodos inferiores.
- 65

10. La célula solar de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde se forman agujeros de aire (117) a través de los cuales pasa el aire para reducir la resistencia al viento en y a través del sustrato.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1

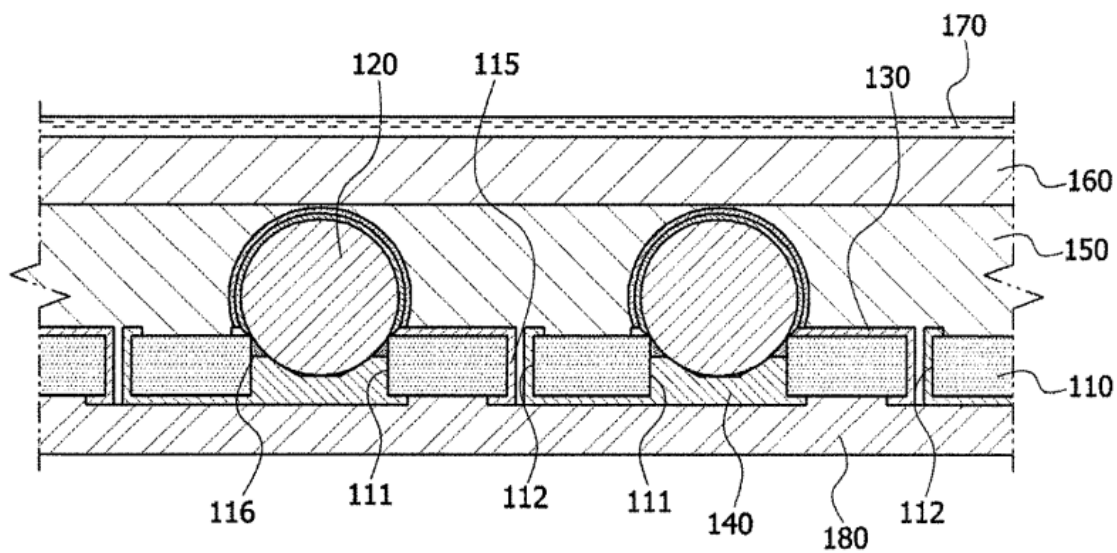


Fig.2

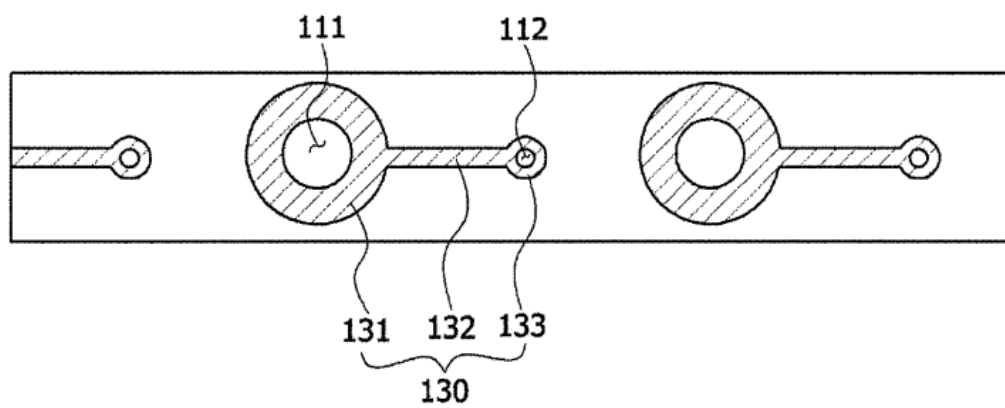


Fig.3

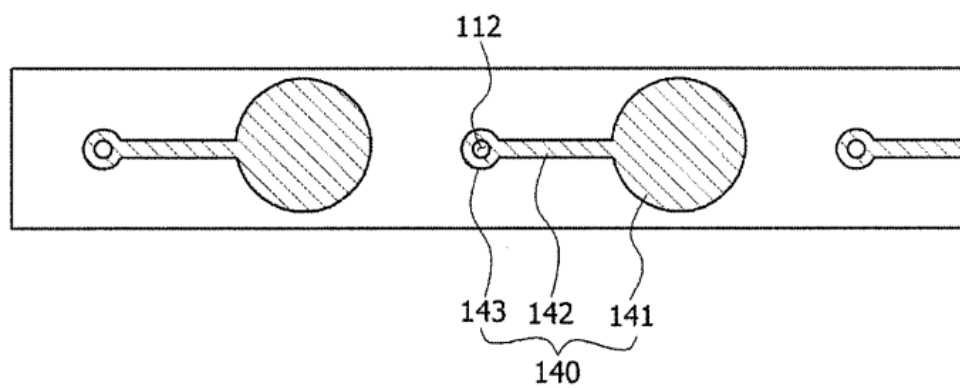


Fig.4

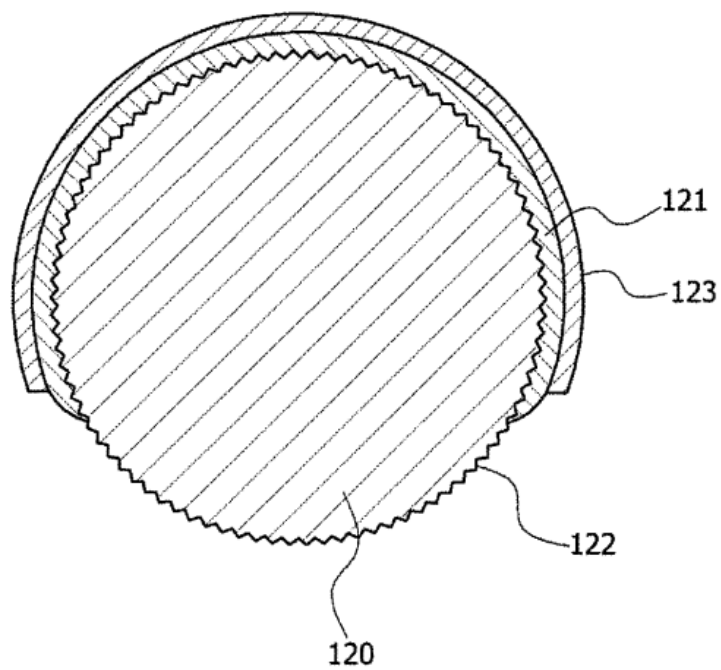


Fig.5

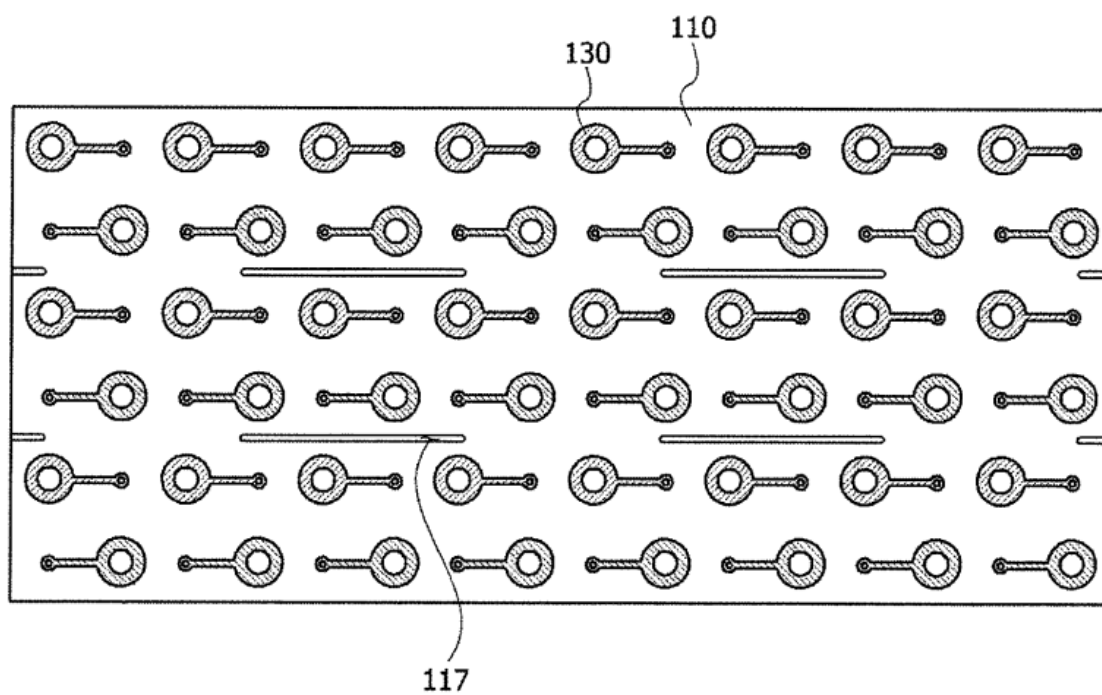


Fig.6

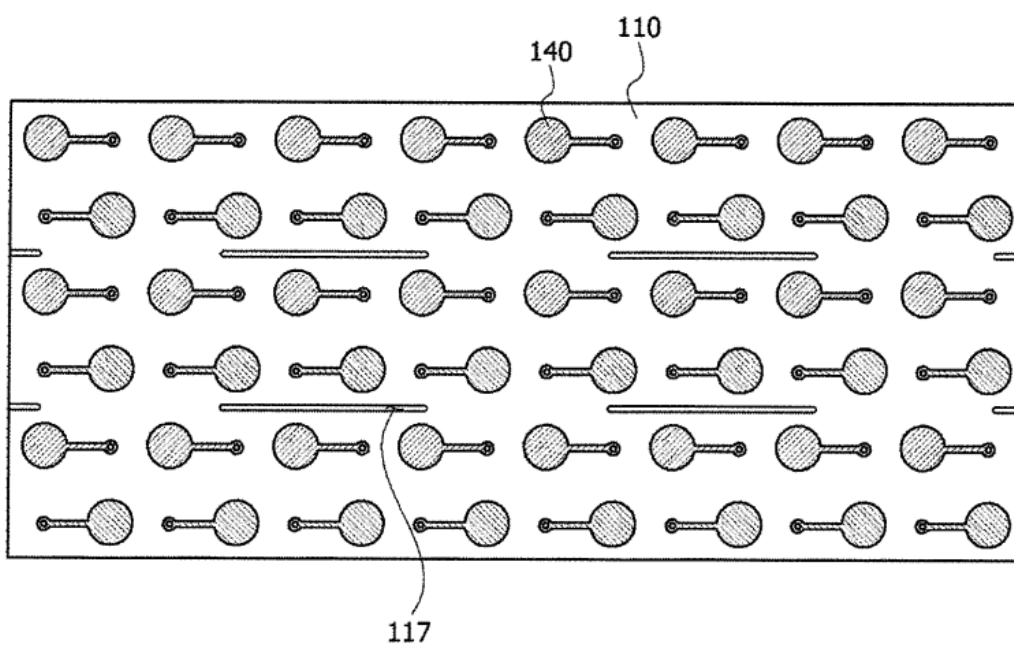


Fig.7

