

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 311**

51 Int. Cl.:

**H01L 31/05** (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2011 E 11755180 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.08.2015 EP 2614532**

54 Título: **Ensamblaje mejorado de células fotovoltaicas**

30 Prioridad:

**07.09.2010 US 380457 P**

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

**22.09.2015**

73 Titular/es:

**DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)  
2040 Dow Center  
Midland, MI 48674, US**

72 Inventor/es:

**DEGROOT, MARTY y  
LANGLOIS, MARC GUY**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 546 311 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**

Ensamblaje mejorado de células fotovoltaicas

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un ensamblaje mejorado de células fotovoltaicas (FV), más particularmente a un ensamblaje mejorado de células fotovoltaicas que interconecta una pluralidad de células utilizando un elemento conductor plegado o doblado para conectar el sustrato conductor inferior a los elementos conductores superiores de una célula adyacente.

**Antecedentes**

10 Las células solares de película fina proporcionan varias ventajas, especialmente cuando se utilizan en aplicaciones fotovoltaicas integradas en edificios - es decir, dispositivos que están integrados en estructuras de edificios, por ejemplo, como tejas para tejados o revestimientos de paredes exteriores. Una de dichas ventajas es que estas composiciones tienen una alta sección transversal para absorber la luz incidente. Es decir, las capas fotovoltaicas que son muy finas pueden absorber y convertir en electricidad un porcentaje relativamente alto de la luz incidente. Por ejemplo, en muchos dispositivos de células solares de películas finas, las capas fotovoltaicas pueden tener un espesor en el intervalo de alrededor de 1  $\mu\text{m}$  a alrededor de 4  $\mu\text{m}$ . Estas capas finas permiten que los dispositivos que las incorporan sean flexibles.

15 El método convencional para el ensamblaje de células fotovoltaicas es el método llamado de cadena y lengüeta, en el cual se conectan las células solares entre sí usando cintas (ómnibus) de alambre planas revestidas de estaño o aleación de soldar y se unen por soldadura fuerte y/o por otro material adhesivo, tal como una resina epoxi conductora. La cinta de alambre se une típicamente a las localizaciones de las barras ómnibus sobre una rejilla conductora que se aplica a la superficie de la célula. Se cree que la sección transversal del alambre puede estar limitada de tal manera que los alambres más gruesos son demasiado rígidos y los alambres delgados y anchos ocultan demasiada luz. El resultado neto es que las pérdidas de resistencia en la interconexión, así como la cantidad de área de superficie de la célula activa que está bloqueada por la cinta puede explicar una reducción significativa en el rendimiento del ensamblaje de células fotovoltaicas (por consiguiente del dispositivo FV). El proceso de cadena y lengüeta es particularmente adecuado para uso en aplicaciones fotovoltaicas, en donde las células fotovoltaicas son rígidas. Este proceso puede ser difícil de utilizar con células solares de película fina porque la cadena de células en serie resultante puede ser frágil y susceptible a la pérdida del contacto de la cinta FV con la célula solar. Además, el aspecto de las grandes cintas ómnibus sobre la superficie del dispositivo FV puede ser estéticamente indeseable para los clientes.

20 Un método para interconectar células solares de película fina es el método llamado de "tejamiento", en donde la superficie conductora inferior de una célula solar está en contacto con la superficie superior de una célula adyacente. De nuevo, este proceso puede dar como resultado interconexiones de células solares que sean susceptibles de pérdida de contacto entre los dispositivos.

25 30 Entre la bibliografía referente a esta tecnología están incluidos los siguientes documentos de patentes: US 6.936.761; U.S. 7.022.910; U.S. 7.432.438; Publicaciones de U.S. 2007/0251570; 2009/00025788; y 2009/0255565.

**Sumario de la invención**

La presente invención se refiere a un ensamblaje mejorado de células fotovoltaicas que aborda al menos uno o más de los problemas descritos en los párrafos anteriores.

35 40 Se cree que un beneficio potencial de la presente invención sobre la técnica anterior es que el ensamblaje de células fotovoltaicas del invento está construido y configurado de tal modo que los planos horizontales de las células solares no necesitan estar sustancialmente en el mismo plano para mantener la conexión eléctrica entre las células fotovoltaicas. Esto proporciona grados de libertad adicionales respecto a la flexibilidad del módulo, además de la flexibilidad proporcionada por las células solares flexibles. La flexibilidad adicional es proporcionada por un elemento de interconexión conductor que está plegado (o doblado) al menos una vez, preferiblemente alrededor del eje longitudinal (es decir, el eje paralelo a la dimensión más larga). Se considera que el pliegue (o pliegues) puede no estar localizado en el centro del elemento de interconexión conductor ni a lo largo de su eje longitudinal, siempre que dicho elemento esté plegado al menos una vez. El ensamblaje de células fotovoltaicas descrito en esta memoria también carece de grandes cintas ómnibus que obstruyen la luz que entra en la célula. La ausencia de las cintas ómnibus también puede hacer que el dispositivo FV sea estéticamente más atractivo en comparación con los productos convencionales preparados usando el método de cadena y la lengüeta. Además, el uso de este método puede reducir la cantidad de tinta conductora de plata aplicada a la rejilla al eliminar las grandes barras ómnibus de plata que se aplican generalmente para ensamblajes de células fotovoltaicas preparados utilizando el método de cadena y lengüeta. Se considera que la cadena de células puede ser encapsulada en un estratificado de polímero después de la aplicación de los elementos conductores. Una ventaja adicional considerada puede ser mejorar la resistencia a los ciclos térmicos y al tratamiento con calor húmedo sobre las conexiones adhesivas o soldadas con aleación que pueden ser susceptibles a la degradación bajo estos tipos de tensiones ambientales.

Por consiguiente, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un ensamblaje de células fotovoltaicas que incluye al menos una pluralidad de células fotovoltaicas, incluyendo dichas células al menos una porción fotoactiva con una superficie superior, una estructura colectora superior sobre la superficie superior y una capa de sustrato conductor opuesta sobre un lado de la porción fotoactiva opuesto a la superficie superior; una primera lámina conductora con una primera superficie y en donde la primera lámina conductora está plegada al menos una vez a lo largo de su dimensión mayor y en donde al menos un pliegue forma un ángulo  $\alpha$  entre  $0^\circ$  y  $45^\circ$ ; en donde la primera superficie está en contacto con la estructura colectora superior y/o la superficie superior de una primera célula fotovoltaica y la capa de sustrato conductor opuesta de una segunda célula fotovoltaica adyacente; en donde además al menos una porción de la primera superficie se mantiene en contacto con las células por medio de un adhesivo; y en donde la pluralidad de células fotovoltaicas incluye además cada una un borde delantero y un borde trasero, en donde la lámina conductora está en contacto con la primera célula fotovoltaica en el borde trasero y la lámina conductora está en contacto con la capa de sustrato conductor opuesta de la segunda célula fotovoltaica adyacente en el borde delantero; el borde delantero de la segunda célula fotovoltaica adyacente está solapado con el borde trasero de la primera célula fotovoltaica y la longitud de la lámina conductora en contacto con el borde trasero es de 50 a 100 por ciento la longitud del borde trasero.

Por consiguiente, de acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un ensamblaje fotovoltaico, que incluye las etapas de: (a) proporcionar al menos dos células solares, incluyendo las al menos dos células solares una porción fotoactiva con una superficie superior, una estructura colectora superior y un sustrato conductor inferior, en donde además las al menos dos células incluyen un borde delantero y un borde trasero; (b) proporcionar al menos una lámina conductora que tenga una primera superficie; (c) proporcionar al menos una primera y una segunda barra terminal; (d) colocar una primera célula de tal manera que una superficie inferior del sustrato conductor inferior en el borde delantero de la célula solar esté en contacto con la primera barra terminal; (e) conectar la primera barra terminal a la primera célula usando un componente conductor; (f) plegar dicha primera lámina conductora al menos una vez alrededor de un eje a lo largo de su dimensión mayor, en donde el al menos un pliegue forma un ángulo  $\alpha$  entre  $0^\circ$  y  $45^\circ$ ; (g) aplicar y conectar la primera lámina conductora plegada a la superficie superior y/o a la estructura colectora superior de dicha primera célula en el borde trasero de dicha primera célula, en donde la longitud de dicha primera lámina conductora plegada en contacto con el borde trasero es de 50 a 100 por ciento de la longitud del borde trasero; y (h) colocar y conectar una segunda célula sobre la primera lámina conductora plegada que ya ha sido aplicada a la primera célula solar de tal modo que una superficie inferior del sustrato conductor inferior de la segunda célula solar esté en contacto en su borde delantero con la primera lámina conductora plegada, produciendo así una cadena que tiene una primera célula y una célula final; (i) opcionalmente plegar una lámina conductora adicional como en la etapa (f), aplicar y conectar la lámina conductora plegada adicional a la superficie superior y/o a la estructura colectora superior de la célula final en su borde trasero, en donde la longitud de la lámina conductora plegada adicional en contacto con el borde trasero de dicha célula final es de 50 a 100 por ciento de la longitud del borde trasero; y (g) colocar y conectar una célula adicional sobre la lámina conductora plegada adicional que ya ha sido aplicada a la célula solar final de tal manera que una superficie inferior del sustrato conductor inferior de la célula solar adicional esté en contacto en su borde delantero con la lámina conductora plegada adicional, para formar una cadena con una primera célula y al menos una célula intermedia y una célula final, donde la célula final previa se convierte en una célula intermedia; (j) opcionalmente repetir la etapa (i); (k) colocar la segunda barra terminal de tal modo que esté en contacto con la barra ómnibus de la estructura colectora en el borde trasero de la célula solar final; (l) conectar la segunda barra terminal a la célula final usando un componente conductor.

Se debe apreciar que los aspectos y ejemplos anteriormente citados no son limitativos, ya que existen otros dentro de la presente invención, como se muestra y describe en la presente memoria.

#### 45 Descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista en perspectiva desde arriba de un ejemplo ilustrativo de la presente invención.

La Fig. 1a es una vista en planta de la célula inferior de la Fig. 1, que incluye una barra ómnibus ilustrativa.

La Fig. 2 es una vista en despiece del ejemplo mostrado en la Fig. 1.

La Fig. 3 es una vista lateral más detallada del ejemplo mostrado en la Fig. 2.

50 La Fig. 4 es una vista lateral más detallada del ejemplo mostrado en la Fig.1.

La Fig. 5 es una vista lateral más detallada de la Fig. 4, que muestra capas ilustrativas.

La Fig. 6 es una vista en perspectiva desde arriba de un dispositivo FV con un ensamblaje de 4 células fotovoltaicas.

Las Figs. 7a-7d son vistas laterales de elementos conductores doblados ilustrativos.

55 Las Figs. 7e-7f son vistas en perspectiva desde arriba de dos elementos conductores, uno con una longitud mayor que su anchura y otro con una anchura mayor que su longitud.

Las Figs. 8a-8b son vistas laterales que ilustran ejemplos de células que se encuentran en diferentes planos.

La Fig. 9 es una vista en perspectiva desde arriba de un ejemplo ilustrativo de la presente invención con una barra terminal y líneas configuradas alternativamente.

### Descripción detallada de la realización preferida

5 La presente invención se refiere a un ensamblaje mejorado de células fotovoltaicas 10, como se ilustra en las Figs. 1-5, y puede ser descrito generalmente como un ensamblaje de un número de componentes y ensamblaje de componentes que funciona para proporcionar energía eléctrica cuando se somete a radiación solar (por ejemplo, la luz del sol). En un ejemplo, el ensamblaje mejorado de células fotovoltaicas 10 puede estar incorporado en un dispositivo fotovoltaico mayor, por ejemplo una teja solar 100 como se muestra en la Fig. 6.

10 De particular interés y el foco principal de la presente descripción es un ensamblaje mejorado de células fotovoltaicas 10 que incluye al menos una pluralidad de células fotovoltaicas 20, y un elemento conductor 60, y opcionalmente una primera y una segunda capas encapsulantes 40, 50. El elemento conductor 60 está plegado o doblado al menos una vez y conecta el sustrato conductor 22 de una célula al(a los) elemento(s) conductor(es) superior(es) 26 y/o 28 de una célula adyacente. En una realización preferida, el elemento conductor 60 está plegado al menos una vez a lo largo de su dimensión mayor (por ejemplo, a lo largo de su longitud  $L_c$ ). Sin embargo, en algunas realizaciones, por ejemplo, si el plegado es más de una vez o un plegado en acordeón, el plegado puede realizarse a lo largo de una dimensión diferente (por ejemplo, como se ilustra en las Figs. 7a-f). Generalmente, la pluralidad de células fotovoltaicas puede estar construida de una pluralidad de capas adyacentes. Se puede definir además que estas capas incluyen (por ejemplo, de abajo a arriba) al menos: una capa de sustrato conductor 22; una capa fotoactiva 24; y una estructura colectora eléctrica superior 28. También se prefiere que al menos a lo largo de una porción del borde periférico de las células esté incluida una porción de capa no conductora 30, por ejemplo como se ilustra en la Fig. 5. Adicionalmente, el ensamblaje 10 está configurado de tal modo que una primera superficie del elemento conductor 60 esté en contacto tanto con la estructura colectora eléctrica superior 28 de una primera célula fotovoltaica como con la capa de sustrato conductor opuesta 22 de una célula fotovoltaica adyacente, cuando el elemento conductor 60 está plegado al menos una vez.

Se considera que las relaciones (por ejemplo, al menos las propiedades geométricas y las propiedades del material) entre los componentes y los ensamblajes de componentes son sorprendentemente importantes para resolver uno o más de los problemas tratados en el apartado Antecedentes anterior. Cada uno de los componentes y ensamblajes de componentes y sus relaciones se describen con mayor detalle y especificidad en los siguientes párrafos.

### 30 Capa de sustrato conductor 22

La capa de sustrato conductor 22 funciona de manera similar a la capa conductora superior 24, es decir conduce la energía eléctrica producida por la porción fotoactiva. La capa de sustrato conductor 22 puede ser rígida o flexible, pero deseablemente es flexible, particularmente en aquellas realizaciones en las que el dispositivo fotovoltaico resultante puede utilizarse en combinación con superficies no planas. La capa de sustrato conductor puede ser una sola capa integral o puede estar formada de una o más capas formadas a partir de una amplia gama de materiales, incluyendo metales, aleaciones metálicas, composiciones intermetálicas y/o sus combinaciones. Para aplicaciones en las que se desee una capa de sustrato flexible, la capa 22 es típicamente una lámina de metal. Ejemplos incluyen láminas de metal que comprenden Cu, Al, Ti, Mo o acero inoxidable. Típicamente, esta capa de sustrato conductor está formada de un acero inoxidable y la porción fotoactiva 24 está formada encima de la capa de sustrato, aunque se consideran otras configuraciones y no afectan necesariamente a los conceptos de la interconexión de células que se presentan en la invención. En realizaciones ilustrativas, se prefiere el acero inoxidable.

La capa de sustrato conductor 22 puede estar revestida sobre uno o ambos lados con una amplia gama de materiales eléctricamente conductores, incluyendo uno o más de Cu, Mo, Ag, Al, Cr, Ni, Ti, Ta, Nb, W y/o sus combinaciones. En una realización ilustrativa se pueden usar composiciones conductoras que incorporan Mo. Una capa de contacto en la parte posterior 122 formada sobre la capa de sustrato conductor próxima a la capa fotoactiva ayuda a aislar la capa fotoactiva 24 del soporte para minimizar la migración de los constituyentes del soporte a la capa fotoactiva. Por ejemplo, la capa de contacto en la parte posterior 22 puede ayudar a bloquear la migración de los constituyentes Fe y Ni de un soporte de acero inoxidable a la capa fotoactiva 24. Las capas metálicas conductoras formadas sobre uno o ambos lados de la capa de sustrato conductor 22 también pueden proteger la capa de sustrato frente a la degradación que podría ser causada durante la formación de la capa fotoactiva 24, por ejemplo proteger frente a S o Se si éstos se utilizan en la formación de la región fotoactiva 24.

### Porción fotoactiva 24

La capa o porción fotoactiva 24 de la célula fotovoltaica 20 contiene el material que convierte la energía luminosa en energía eléctrica. Se puede usar cualquier material conocido que realice dicha función, incluyendo silicio amorfo, CdTe, GaAs, células solares sensibilizadas por colorantes (llamadas células Graetzel), células solares orgánicas/poliméricas o cualquier otro material que convierta la luz solar en electricidad por medio del efecto fotoeléctrico. Sin embargo, la célula fotoactiva es preferiblemente una célula a base de calcogenuros de los elementos de los grupos IB-III A, tales como seleniuros de los elementos de IB-III A, sulfuros de los elementos de IB-III A o sulfuros-

seleniuros de los elementos de IB-III A (es decir, la capa absorbente es un calcogenuro de los elementos de IB-III A, preferiblemente un calcogenuro de cobre). Los ejemplos más específicos incluyen seleniuros de cobre-indio, seleniuros de cobre-indio-galio, seleniuros de cobre-galio, sulfuros de cobre-indio, sulfuros de cobre-indio-galio, seleniuros de cobre-galio, sulfuros-seleniuros de cobre-indio, sulfuros-seleniuros de cobre-galio y sulfuros-seleniuros de cobre-indio-galio (los cuales se denominan en esta memoria CIGS). También se pueden representar por la fórmula  $CuIn_{(1-x)}Ga_xSe_{(2-y)}S_y$ , donde x es de 0 a 1 e y es de 0 a 2. Se prefieren los seleniuros de cobre-indio y los seleniuros de cobre-indio-galio. También se considera en la presente memoria que la porción 24 pueda comprender múltiples capas además de la capa absorbente, tal como una o más capas emisoras (reguladora), capas conductoras (por ejemplo, capas conductoras transparentes) y similares, como es conocido en la técnica por ser útiles en las células a base de CIGS. Estas células pueden ser flexibles o rígidas y tener una variedad de formas y tamaños, pero en general son frágiles y sometidas a la degradación ambiental. En una realización preferida, la célula fotovoltaica 20 es una célula que se puede doblar sin agrietamiento sustancial y/o sin pérdida significativa de funcionalidad. Células fotovoltaicas ilustrativas se enseñan y describen en una serie de patentes y publicaciones, que incluyen US3767471, US4465575, US20050011550 A1, EP841706 A2, US20070256734 A1, EP1032051 A2, JP2216874, JP2143468 y JP10189924.

En una realización ilustrativa, la capa fotoactiva 24 puede estar construida además de cualquier número de capas, por ejemplo: una capa de contacto en la parte posterior 122 (típicamente de Mo); una capa absorbente 124 (típicamente de  $CuInGaSe(S)$ ); una capa reguladora 126 (típicamente de CdS); una capa ventana 128 (típicamente de ZnO); y una capa conductora transparente 130 [típicamente de óxido de indio-estaño (abreviadamente ITO por la expresión inglesa *Indium Tin Oxide*) u óxido de aluminio-zinc (abreviadamente AZO por la expresión inglesa *Aluminium Zinc Oxide*)]. Las células 20 de esta configuración se conocen generalmente como "células solares de CIGS", véase la Fig. 5.

Se considera que las células fotovoltaicas 20 se pueden formar por otra tecnología conocida de células solares. Ejemplos de estas incluyen dispositivos de células solares a base de silicio amorfo o de telururo de cadmio. Además, los componentes dentro de las células fotovoltaicas 20 como los descritos anteriormente pueden ser sustituidos por materiales alternativos. Por ejemplo, la capa reguladora 126 puede ser de sulfuros, seleniuros u óxidos de Cd, Zn, In, Sn y sus combinaciones. Una capa ventana opcional constituida por un óxido transparente resistivo de, por ejemplo, Zn, Cd, In, Sn se puede incluir entre la región reguladora 126 y la capa conductora transparente 130. Preferiblemente, la capa ventana es óxido de zinc intrínseco.

La capa conductora transparente 130 puede estar situada como capa superior de la capa fotoactiva 24. Una amplia variedad de óxidos conductores transparentes o sus combinaciones se pueden incorporar en la capa conductora transparente. En realizaciones típicas, la capa conductora transparente 130 es un óxido conductor transparente (abreviadamente TCO por la expresión inglesa *Transparent Conductive Oxide*), incluyendo como ejemplos representativos óxido de estaño dopado con flúor, óxido de estaño, óxido de indio, óxido de indio-estaño (ITO), óxido de zinc dopado con aluminio (AZO), óxido de zinc, sus combinaciones y similares. En una realización ilustrativa, la capa conductora transparente es óxido de indio-estaño. Se pueden formar convenientemente capas conductoras transparentes por pulverización iónica u otra técnica de deposición adecuada.

Se considera que en ciertas células fotovoltaicas 20, puede no ser necesaria una capa conductora transparente distintiva 130. Por ejemplo, las células de tipo GaAs no requieren típicamente un conductor transparente puesto que la capa de GaAs puede ser suficientemente conductora. Para los efectos de la presente invención, la capa que se encuentra inmediatamente debajo de la estructura colectora 28 se debe considerar la superficie superior 26 de la célula 20.

Estas sustituciones son conocidas por los expertos en la técnica y no afectan el concepto de interconexión de células presentada en esta memoria.

### Estructura colectora superior 28

La estructura colectora superior 28 funciona recogiendo la energía eléctrica producida por la porción fotoactivo 24 y la concentra en las vías conductoras. La estructura colectora 28 se puede depositar sobre la capa fotoactiva 24 (por ejemplo, sobre la superficie superior 26) para reducir la resistencia laminar real de la capa superficial superior de la célula (por ejemplo, la capa de TCO 130). La estructura colectora 28 puede comprender típicamente materiales ópticamente opacos y se puede aplicar como una serie de líneas conductoras sustancialmente paralelas 27 (aunque se consideran otras configuraciones y no afectan necesariamente al concepto de interconexión de células presentado en esta memoria, por ejemplo como se muestra en la Fig. 9) con espacios entre las líneas de modo que la rejilla ocupe una huella relativamente pequeña sobre la superficie. Una configuración ilustrativa adicional de la estructura colectora 28 se representa en la Fig. 1a, donde la estructura 28 incluye una barra ómnibus 29 que es generalmente perpendicular a las otras líneas conductoras 27 mostradas. En una realización preferida, la barra ómnibus 29 puede estar situada próxima (por ejemplo, alrededor de 10,0 mm) al borde periférico de la célula 20 en el borde trasero 34. Más preferiblemente, está situada inmediatamente adyacente a la porción de la capa no conductora 30.

Por ejemplo, en algunas realizaciones, la estructura colectora ocupa alrededor del 5% o menos, incluso alrededor del 2% o menos o incluso alrededor del 1% o menos del área superficial total asociada a la captura de luz para permitir que los materiales fotoactivos estén expuestos a la luz incidente. La estructura colectora 28 incluye preferible-

mente metales conductores, tales como Ag, Al, Cu, Cr, Ni, Ti, Ta y/o sus combinaciones. En una realización ilustrativa, la rejilla tiene una construcción de doble capa que comprende níquel y plata. La estructura colectora se puede formar por una variedad de técnicas, incluyendo impresión serigráfica, impresión por chorro de tinta, galvanoplastia y metalización por medio de una máscara de sombra utilizando técnicas de deposición física de vapor, tales como evaporación o pulverización iónica.

### Porción de capa no conductora 30

La porción de capa no conductora 30 funciona como un aislante o un dieléctrico que aísla eléctricamente los elementos conductores 60 de los bordes de las células solares. Se considera que la presencia de la porción de capa no conductora reduce la aparición de cortocircuitos en el borde de la célula solar que pueden ser causados por contacto con los elementos conductores 60. El aislante se puede aplicar a la célula solar o a los elementos conductores 60 en uno o ambos de los bordes delantero o trasero 32, 34 de cada célula solar individual en el ensamblaje de células solares. El aislante puede estar formado como regiones discretas a lo largo del borde del dispositivo en los lugares donde los elementos conductores cruzan el borde de la célula solar, o se puede aplicar como una sola capa a lo largo de toda la longitud o de una porción sustancial del borde de la célula 20, de modo que pueda comprender una capa discreta entre la célula y los elementos conductores 60. El aislante puede ser de un tipo de polímero sintético que puede ser depositado como líquido y curado o reticulado para formar un material sólido. El curado o la reticulación se puede lograr, por ejemplo, por aplicación de energía térmica o ultravioleta (UV). Para las composiciones curables por UV, es deseable que el proceso de curado se pueda realizar en un corto período de tiempo, tal como menos de 10 segundos, y más específicamente puede ser menos de alrededor de 3 segundos. Muchos polímeros fotocurables requieren energía de al menos  $300 \text{ mJ/cm}^2$  y más típicamente alrededor de  $500\text{-}1200 \text{ mJ/cm}^2$  de energía UV en el intervalo de  $200\text{-}400 \text{ nm}$ . Realizaciones ilustrativas incluyen composiciones a base de resinas de acrilato y epoxi. Alternativamente, la porción de capa no conductora 30 se puede aplicar como un material sólido, tal como en forma de cinta. Alternativas adecuadas pueden incluir polímeros fluorocarbonados, tales como etileno-tetrafluoroetileno (ETFE), polímeros aislantes curables que se pueden aplicar como revestimiento sobre el material celular o de interconexión, o material dieléctrico inorgánico que se puede aplicar a la célula solar o al material de interconexión. Se considera que también podría ser sustituido por el material utilizado como las capas encapsulantes 40, 50, tal como una película de polietileno. En una realización preferida, la porción de capa no conductora 30 es una composición epoxi dieléctrica líquida que es curada por radiación UV. En una realización ilustrativa, la porción 30 es una cinta de poliimida. Una de dichas cinta comercialmente disponible es la cinta Kapton® ofrecida por DuPont®. En general, la porción de capa no conductora 30 puede presentar una constante dieléctrica mayor que alrededor de 2 y puede ser incluso mayor que alrededor de 4. Los materiales eléctricamente aislantes ilustrativos tienen una constante dieléctrica mayor que alrededor de 4,8 y una resistividad de volumen mayor que alrededor de  $3 \times 10^{14} \Omega\text{-cm}$ .

### Elemento conductor 60

El elemento conductor 60 funciona como un puente eléctrico entre las células fotovoltaicas 20. Se considera en la presente invención que el puente eléctrico se forma entre la parte superior de una célula (por ejemplo, la estructura colectora 28 y/o la superficie superior 26) y la capa de sustrato conductor 22 de una célula adyacente. Es deseable que este elemento tenga una resistencia eléctrica relativamente baja (preferiblemente menor que alrededor de  $1,0 \Omega/\text{m}$ , más preferiblemente menor que alrededor de  $0,20 \Omega/\text{m}$  y más preferiblemente menor que  $0,05 \Omega/\text{m}$ ). Está en forma de láminas eléctricamente conductoras. Los elementos conductores ilustrativos son láminas metálicas que comprenden Cu o Al y pueden estar chapadas con Ag, Sn o Ni. De acuerdo con una realización, se puede aplicar un adhesivo a la lámina metálica para proporcionar un medio que una la lámina a las superficies superior e inferior de la célula solar. Se considera que la cinta de lámina metálica puede comprender un adhesivo que puede ser conductor o no conductor. Un ejemplo de cintas de láminas metálicas comercialmente disponibles incluyen cintas de blindaje EMI proporcionadas por 3M®. En realizaciones ilustrativas, la cinta de lámina metálica comprende un adhesivo acrílico no conductor.

En realizaciones preferidas, el elemento conductor 60 se aplica a lo largo del área del borde trasero 34 de una primera célula fotovoltaica que pone en contacto la estructura colectora 28 y la superficie superior 26 de la célula fotovoltaica en el área del borde delantero 32. Se considera que la longitud ( $L_C$ ) del elemento conductor 60 a lo largo del borde trasero 34 de la célula individual varía desde tan poco como el 50% de la longitud de la célula hasta tanto como abarcar toda la longitud, como se ilustra en la Fig. 2. La longitud del elemento conductor 60 es 50-100% de la longitud del borde trasero, preferiblemente 75-100% de la longitud del borde trasero 34 e incluso más preferiblemente 85-95% de la longitud del borde trasero 34. Preferiblemente, los elementos conductores están en contacto con al menos una porción de la barra ómnibus 29 de la estructura colectora 28. En una realización ilustrativa, la barra ómnibus 29 y el elemento conductor 60 tienen aproximadamente la misma longitud.

Se considera que la anchura ( $W_C$ ) del elemento conductor 60 debe tener un tamaño que proporcione un contacto suficiente entre el elemento 60 y la capa de sustrato conductor 22 y la estructura colectora 28 y la superficie superior 26 para que se cumplan los requisitos de resistividad (por ejemplo, menos de alrededor de  $1,0 \Omega$ , más preferiblemente menos de alrededor de  $0,2 \Omega$ , incluso más preferiblemente menos de alrededor de  $0,05 \Omega$ ). En una realización preferida, el solapamiento " $C_A$ ", al menos en cuanto a la capa de sustrato conductor 22, varía desde alrededor de  $2,0 \text{ mm}$  hasta  $50,0 \text{ mm}$ , más preferiblemente desde alrededor de  $5,0 \text{ mm}$  hasta  $50,0 \text{ mm}$  y lo más preferiblemente

desde alrededor de 10,0 mm hasta 25,0 mm. En otra realización preferida, el solapamiento "C<sub>A</sub>", al menos en cuanto a la estructura colectora 28 y a la superficie superior 26, varía desde alrededor de 2,0 mm hasta 20,0 mm, más preferiblemente desde alrededor de 2,0 mm hasta 15,0 mm y lo más preferiblemente desde alrededor de 2,0 mm hasta 10,0 mm. Incluso en otra realización preferida, al menos en cuanto a la estructura colectora 28, cuando está presente una barra ómnibus 29, el solapamiento "C<sub>A</sub>", puede ser de al menos alrededor de 10% del área de la barra ómnibus 29, más preferiblemente alrededor del 50% y más preferiblemente alrededor del 100%.

Se considera que la superficie exterior (primera superficie) 66 del elemento conductor incluye un adhesivo que permite que el elemento conductor 60 se adhiera a la célula 20, aunque el adhesivo puede estar sobre la célula en lugar o además de que el adhesivo esté sobre el elemento 60. Cuando el elemento conductor es una lámina metálica, los elementos adhesivos conductores, tales como la resina epoxi o la aleación de soldar conductora, pueden ser aplicados para que la lámina metálica se adhiera a las superficies superior e inferior de las células solares. En realizaciones preferidas, el adhesivo conductor comprende al menos una resina epoxi (típicamente una resina epoxi a base de bisfenol), un agente de curado y partículas metálicas conductoras. Las partículas metálicas conductoras son preferiblemente partículas de plata o cobre y preferiblemente constituyen al menos 30%, más preferiblemente al menos 50%, de la composición del adhesivo conductor en peso. Cuando el elemento conductor es una cinta de lámina metálica conductora, el adhesivo puede ser un adhesivo conductor o no conductor. Para una cinta de lámina metálica con un adhesivo conductor, la porción adhesiva puede comprender un componente adhesivo (no conductor) orgánico y partículas conductoras. En realizaciones ilustrativas, el adhesivo conductor puede ser un adhesivo acrílico o una resina epoxi conductora. Para una cinta de lámina metálica con un adhesivo no conductor, la lámina metálica puede tener una superficie en relieve que permita el contacto eléctrico directo de las porciones de la lámina metálica con las superficies superior e inferior de las células solares, y con las regiones en donde el adhesivo no conductor esté en contacto con las superficies superior e inferior de las células solares. En realizaciones preferidas, al menos 10% del área superficial de la superficie en relieve de la lámina metálica está en contacto eléctrico directo con la parte superior e inferior de la célula solar en regiones donde la lámina metálica está en contacto con la célula solar. Más preferiblemente, al menos 40% del área superficial está en contacto eléctrico directo con las superficies de la célula solar. En realizaciones preferidas, el elemento conductor 60 es una lámina de cobre estañada en relieve con un adhesivo acrílico sensible a la presión.

El elemento conductor 60 debe ser suficientemente grueso para satisfacer los requisitos de resistividad, pero suficientemente delgado para permitir que el material sea plegado. En realizaciones preferidas, la cinta de lámina metálica tiene un espesor entre 0,01 mm y alrededor de 0,15 mm, más preferiblemente un espesor entre 0,025 y alrededor de 0,05 mm.

Se considera también que el elemento conductor 60 pueda ser de múltiples piezas (2 o más), siempre que todavía se consigan los resultados anteriores. Configuraciones ilustrativas del pliegue (o pliegues) en el elemento 60 se ilustran en las Figs. 7a-7f. Dichas figuras son para fines ilustrativos y no deben ser consideradas como limitativas de todas las configuraciones de doblado posibles.

Se considera también que el elemento conductor 60 no puede estar plegado completamente sobre sí mismo, sino que debe mantener algún ángulo  $\alpha$ , por ejemplo como se muestra en las Figs. 8a y 8b. En la Fig. 8a, las células 20 están dispuestas en diferentes planos y en la Fig. 8b las células están sobre una superficie curvada. Se considera que el ángulo  $\alpha$  es entre alrededor de 0° y 45°, y lo más preferiblemente entre alrededor de 0° y 15°.

En otro aspecto de la invención, se considera que el ensamblaje 10 puede incluir también elementos conductores adicionales 60 que pueden o no pueden estar doblados y funcionan para conectar la cadena de células 20 a una o más barras terminales 70, por ejemplo como se muestra en la Fig. 9. La barra terminal 70 funciona como un conductor para la energía eléctrica del ensamblaje 20. Se considera que la conexión se puede crear y/o mantener entre el elemento 60 y la barra terminal 70 por medio de adhesivo (conductor o no conductor), soldadura, soldadura con aleación o potencialmente cualquier otra técnica de unión.

#### **Primera capa encapsulante 40**

Se considera que el ensamblaje de células fotovoltaicas puede comprender además una primera capa encapsulante opcional 40 que puede realizar diversas funciones. Por ejemplo, la capa 40 puede servir como mecanismo de unión, ayudando a mantener juntas las capas adyacentes (por ejemplo, la célula 20; el elemento conductor 60; y/o la segunda capa encapsulante 50). También debe permitir la transmisión de una cantidad y tipo de energía luminosa deseable para alcanzar la célula fotovoltaica 20 (por ejemplo, la porción fotoactiva 24). La primera capa encapsulante 40 puede funcionar también para compensar las irregularidades de la geometría de las capas adyacentes o trasladadas a través de dichas capas (por ejemplo, los cambios de espesor). También puede servir para permitir la flexión y el movimiento entre capas debido a los factores ambientales (por ejemplo, cambio de temperatura, humedad, etc.) y el movimiento físico y el doblamiento. En una realización preferida, la primera capa encapsulante 40 puede consistir esencialmente en una película o malla adhesiva, pero es preferiblemente un material termoplástico, tal como EVA (etileno-acetato de vinilo), poliolefina termoplástica o material similar. Se considera que la capa 40 puede estar compuesta de una única capa o puede estar compuesta de múltiples capas (por ejemplo, una primera, segunda, tercera, cuarta, quinta capa, etc.). El espesor preferido de esta capa 40 puede variar desde alrededor de 0,1 mm hasta 1,0 mm, más preferiblemente desde alrededor de 0,2 mm hasta 0,8 mm y lo más preferiblemente desde alre-

dedor de 0,25 mm hasta 0,5 mm.

Se considera que es importante una adherencia "buena" por medio de la adsorción de las capas encapsulantes a todas las superficies que estén en contacto para mantener la integridad del ensamblaje encapsulado. Como guía general, las fuerzas de adhesión medidas para la adsorción al vidrio deben ser mayores que alrededor de 20 N/15 mm, más preferiblemente mayores que alrededor de 30 N/15 mm e incluso más preferiblemente mayores que alrededor de 40 N/15 mm. La resistencia de adherencia se puede determinar usando un ensayo de tracción a 180 grados estándar, como se describe en ASTM D903-98.

### Segunda capa encapsulante 50

En otro ejemplo de una capa encapsulante, una segunda capa encapsulante opcional 50, está situada en general conectivamente por debajo de la célula fotovoltaica 20, aunque en algunos casos, puede estar en contacto directamente con la primera capa encapsulante 40. Se considera que la segunda capa encapsulante 50 puede hacer una función similar a la primera capa encapsulante, aunque no necesita forzosamente transmitir radiación electromagnética ni energía luminosa.

### Método

Se considera que el método de ensamblaje de las células fotovoltaicas 20 en un ensamblaje 10 también es innovador. Se considera que se proporcionan todos los componentes descritos anteriormente y que el método de ensamblaje utilizado para fabricar el ensamblaje 10 incluye lo siguiente. Las células solares 20 se pueden proporcionar en lotes o pilas y ser llevadas manual o automáticamente a una estación de descarga. Las células solares 20 se pueden proporcionar alternativamente en forma de un rollo continuo que comprenda una pluralidad de células solares y separarlas del rollo justo antes del ensamblaje en una etapa denominada de individualización. Las células solares individualizadas se pueden disponer en silos que han sido clasificados por su comportamiento fotovoltaico. Las células 20 dispuestas en los silos pueden ser cargadas manualmente de forma individual por un operario, o más preferiblemente se puede usar un robot industrial para recoger las células individuales de los silos y colocarlas en una zona de inspección. A continuación se puede usar un sistema de visión para guiar un robot industrial en la recogida y colocación precisas de las células fotovoltaicas 20 sobre un transportador de superficie plana a vacío en la orientación apropiada. En una realización, el sistema de visión incluye una cámara que toma una imagen de la superficie superior de la célula, que transmite al robot información sobre la orientación exacta de la célula para que el robot pueda recogerla y colocarla en el transportador en una orientación precisa.

La primera célula en la cadena de células solares se coloca de tal manera que la superficie inferior del sustrato conductor 22 próximo al borde delantero 32 de la célula solar 20 esté en contacto con una primera barra terminal. La primera barra terminal se conecta a la primera célula solar usando un componente adhesivo conductor, tal como una resina epoxi conductora o una aleación de soldar. Alternativamente, la primera célula solar puede ser conectada a la primera barra terminal por medio del elemento conductor 60, que puede ser proporcionado de la manera que se describe a continuación para la interconexión de las células solares. Para la interconexión de las células, los elementos conductores se pliegan al menos una vez alrededor de un eje. Se considera que el elemento conductor se puede proporcionar de forma continua, tal como en un rollo, y que la operación de plegado se puede realizar utilizando una serie de guías y rodillos mecánicos que pliegan el elemento conductor. El elemento conductor plegado se puede entonces cortar a la longitud apropiada usando cortadores mecánicos, tales como cizallas. El elemento conductor plegado se proporciona preferiblemente como una cinta de lámina metálica. Sin embargo, si el elemento conductor 60 se proporciona como una lámina metálica, entonces se debe aplicar un adhesivo conductor, tal como una resina epoxi conductora, a la superficie superior de las células solares 20 sobre las barras ómnibus en la estructura colectora 28 antes de colocar el elemento conductor 60.

El elemento conductor plegado se aplica a continuación a la parte superior de la primera célula solar 20 próxima al borde trasero 34 y se coloca de modo preciso tal que el elemento conductor esté en contacto con la superficie superior de la célula solar sobre una barra ómnibus que es parte de la estructura colectora 28 o "rejilla" en la superficie de la célula solar y sea paralelo al borde trasero 34 de la célula. El transportador a vacío se ajusta a continuación para la longitud apropiada y se coloca de modo preciso una segunda célula solar en el transportador a vacío, de tal manera que la superficie inferior del sustrato conductor 22 de la segunda célula solar esté en contacto con el elemento conductor plegado 60 que ya ha sido aplicado a la primera célula solar. Se considera que el borde delantero 32 de la segunda célula solar se solapa con el borde trasero 34 de la primera célula solar. Se repite el proceso de aplicación de los elementos conductores y las células hasta que se consiga la longitud de cadena deseada. Después de colocar la última célula de la cadena, se puede aplicar una segunda barra terminal a la superficie superior de la última célula de tal manera que la barra terminal esté en contacto con la barra ómnibus de la estructura colectora 28 próxima al borde trasero 34 de la última célula. La primera barra terminal se asegura a la primera célula solar usando un componente adhesivo conductor, tal como una resina epoxi conductora o una aleación de soldar. En el caso de una resina epoxi conductora, dicha resina se debe aplicar a la barra ómnibus de la última célula antes de proporcionar la segunda barra terminal. Alternativamente, la primera célula solar puede ser conectada a la primera barra terminal por medio de el elemento conductor 60, que puede ser proporcionado de la manera descrita anteriormente para la interconexión de las células solares.



Después de finalizar el ensamblaje interconectado con barras terminales unidas en los extremos opuestos, la cadena de células solares puede ser colocada entre la primera capa encapsulante 40 y la segunda capa encapsulante 50. El producto con la primera capa encapsulante 40, las células solares 20, la pluralidad de elementos conductores 60, las barras terminales y la segunda capa encapsulante 50 se estratifica, por ejemplo, en un dispositivo estratificador a vacío, y así se completa el ensamblaje.

Salvo indicación contraria, las dimensiones y geometrías de las diversas estructuras representadas en la presente memoria no se pretende que sean restrictivas de la invención y son posibles otras dimensiones o geometrías. Componentes estructurales plurales pueden ser proporcionados por una única estructura integrada. Alternativamente, una única estructura integrada podría ser dividida en componentes plurales separados. Además, mientras que una característica de la presente invención puede haber sido descrita en el contexto de una sola de las realizaciones ilustradas, dicha característica se puede combinar con una o más características de otras realizaciones, para cualquier aplicación dada. También se apreciará de la descripción anterior que la fabricación de las estructuras únicas de la presente memoria y su funcionamiento constituyen también métodos de acuerdo con la presente invención.

Se ha descrito la realización preferida de la presente invención. Sin embargo un experto en la técnica apreciaría que ciertas modificaciones estarían dentro de las enseñanzas de esta invención. Por lo tanto, se deben estudiar las siguientes reivindicaciones para determinar el verdadero alcance y contenido de la invención.

Cualesquiera valores numéricos citados en la solicitud anterior incluyen todos los valores desde el valor inferior al valor superior en incrementos de una unidad siempre que haya una separación de al menos 2 unidades entre cualquier valor inferior y cualquier valor superior. Como ejemplo, si se indica que la cantidad de un componente o un valor de una variable del procedimiento tales como, por ejemplo, temperatura, presión, tiempo y similares es, por ejemplo, de 1 a 90, preferiblemente de 20 a 80, más preferiblemente de 30 a 70, se entiende que valores tales como 15 a 85, 22 a 68, 43 a 51, 30 a 32, etc., están enumerados expresamente en esta memoria descriptiva. Para valores que sean menores que uno, se considera que una unidad es 0,0001, 0,001, 0,01 o 0,1 según sea apropiado. Estos son sólo ejemplos de lo que se pretende específicamente y todas las combinaciones posibles de valores numéricos entre el valor más bajo y el valor más alto enumerados han de ser considerados expresamente establecidos de manera similar en esta solicitud.

Salvo indicación contraria, todos los intervalos incluyen tanto los extremos como todos los números entre los extremos. El uso de "alrededor de" o "aproximadamente" con relación a un intervalo se aplica a ambos extremos del intervalo. Por tanto, "alrededor de 20 a 30" se pretende que abarque "alrededor de 20 a alrededor de 30", inclusive al menos los extremos especificados.

El término "que consiste esencialmente en" para describir una combinación incluirá los elementos, ingredientes, componentes o etapas identificados, y otros elementos, ingredientes, componentes o etapas que no afecten materialmente a las características básicas y nuevas de la combinación.

El uso de los términos "que comprenden" o "que incluyen" cuando se describen combinaciones de elementos, ingredientes, componentes o etapas en la presente memoria también considera realizaciones que consisten esencialmente en los elementos, ingredientes, componentes o etapas.

Elementos, ingredientes, componentes o etapas plurales pueden ser proporcionados por un único elemento, ingrediente, componente o etapa integrado. Alternativamente, un único elemento, ingrediente, componente o etapa integrado pueden ser dividido en elementos, ingredientes, componentes o etapas separados plurales. La descripción de "un" o "uno" para referirse a un elemento, ingrediente, componente o etapa no pretende excluir elementos, ingredientes, componentes o etapas adicionales. Todas las referencias en la presente memoria a elementos o metales pertenecientes a un determinado Grupo se refieren a la Tabla Periódica de los Elementos publicada y registrada por CRC Press, Inc., 1989. Cualquier referencia al Grupo o Grupos será al Grupo o Grupos incluidos en esta Tabla Periódica de los Elementos utilizando el sistema IUPAC para numerar los grupos.

#### Lista de los números de los elementos

Ensamblaje de células fotovoltaicas 10

Células fotovoltaicas 20

Capa de sustrato conductor 22

Capa fotoactiva 24

Superficie inferior 25

Superficie superior 26

Líneas conductoras 27

Estructura colectora 28

- Barra ómnibus 29
- Porción de la capa no conductora 30
- Elemento conductor 60
- Superficie exterior 66 del elemento conductor 60
- 5 Barra terminal 70
- Longitud  $L_C$  del elemento conductor
- Anchura  $W_C$  del elemento conductor
- Solapamiento  $C_A$
- Capa de contacto en la parte posterior 122
- 10 Capa absorbente de  $\text{CuInGaSe(S)}$  124
- Capa reguladora 126
- Capa ventana 128
- Capa conductora transparente 130

**REIVINDICACIONES**

1. Un ensamblaje de células fotovoltaicas que comprende:  
una pluralidad de células fotovoltaicas (20) que comprende:  
una porción fotoactiva (24) con una superficie superior (26);
- 5 una estructura colectora superior (28) sobre la superficie superior (26), y  
una capa de sustrato conductor opuesta (22) sobre un lado de la porción fotoactiva (24) opuesto a la superficie superior (26);  
una primera lámina conductora (60) con una primera superficie (66), en donde la primera lámina conductora (60) está plegada al menos una vez a lo largo de su dimensión mayor, y en donde el al menos un pliegue forma un ángulo  $\alpha$  entre 0° y 45°;
- 10 en donde la primera superficie (66) está en contacto con la estructura colectora superior (28) y/o la superficie superior (26) de una primera célula fotovoltaica (20) y la capa de sustrato conductor opuesta (22) de una segunda célula fotovoltaica adyacente (20); además en donde al menos una porción de la primera superficie (66) se mantiene en contacto con las células por medio de un adhesivo, y
- 15 en donde la pluralidad de células fotovoltaicas (20) incluye cada una además un borde delantero (32) y un borde trasero (34), en donde la lámina conductora (60) está en contacto con la primera célula fotovoltaica (20) en el borde trasero (34) y la lámina conductora (60) está en contacto con la capa de sustrato conductor opuesta (22) de la segunda célula fotovoltaica adyacente (20) en el borde delantero (32), en donde además el borde delantero (32) de la segunda célula fotovoltaica adyacente (20) está solapado con el borde trasero (34) de la primera célula fotovoltaica (20) y la longitud de la lámina conductora (60) en contacto con el borde trasero (34) es de 50 a 100 por ciento de la longitud del borde trasero (34).
- 20
2. El ensamblaje de células fotovoltaicas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la estructura colectora superior (28) comprende una serie de líneas conductoras espaciadas (27) de un material con menor resistencia laminar que la superficie superior (26).
- 25
3. El ensamblaje de células fotovoltaicas de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la estructura colectora superior (28) comprende al menos una barra ómnibus (29).
4. El ensamblaje de células fotovoltaicas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde al menos una porción de una porción del borde periférico de las células incluye una porción de capa no conductora (30).
- 30
5. El ensamblaje de células fotovoltaicas de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la porción de la capa no conductora (30) comprende un dieléctrico líquido que es curado por radiación UV o una cinta no conductora.
6. El ensamblaje de células fotovoltaicas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la lámina conductora (60) es una cinta adhesiva eléctricamente conductora.
- 35
7. El ensamblaje de células fotovoltaicas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la lámina conductora (60) es una cinta de láminas con una superficie en relieve y en donde al menos el 10% del área superficial de la superficie en relieve está en contacto directo con la célula.
8. El ensamblaje de células fotovoltaicas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el adhesivo es un adhesivo conductor.
9. El ensamblaje de células fotovoltaicas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el adhesivo es un adhesivo no conductor.
- 40
10. El ensamblaje fotovoltaico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde un solapamiento de la lámina conductora (60) sobre la capa de sustrato conductor tiene una longitud de al menos 2,0 mm.
11. El ensamblaje fotovoltaico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, en donde un solapamiento de la lámina conductora (60) solapa al menos aproximadamente 10% de un área de la barra ómnibus (29).
- 45
12. El ensamblaje fotovoltaico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la lámina conductora (60) incluye una pluralidad de pliegues.
13. Un método para fabricar un ensamblaje fotovoltaico, que comprende las etapas de:  
(a) proporcionar al menos dos células solares (20), incluyendo las al menos dos células solares una porción fotoactiva (24) con una superficie superior (26), una estructura colectora superior (28) y un sustrato conductor inferior (22),

en donde además las al menos dos células solares incluyen un borde delantero (32) y un borde trasero (34);

(b) proporcionar al menos una lámina conductora (60), que tiene una primera superficie (66);

(c) proporcionar al menos una primera y una segunda barra terminal (70);

5 (d) colocar una primera célula (20) de tal manera que una superficie inferior del sustrato conductor inferior (22) en el borde delantero de la primera célula solar (20) esté en contacto con la primera barra terminal (70);

(e) conectar la primera barra terminal (70) a la primera célula (20) utilizando un componente conductor;

(f) plegar dicha primera lámina conductora (60) al menos una vez alrededor de un eje a lo largo de su dimensión mayor, en donde el al menos un pliegue forma un ángulo  $\alpha$  entre  $0^\circ$  y  $45^\circ$ ;

10 (g) aplicar y conectar la primera lámina conductora plegada (60) a la superficie superior (26) y/o a la estructura colectora superior (28) de dicha primera célula en el borde trasero (34) de dicha primera célula,

en donde la longitud de dicha primera lámina conductora plegada (60) en contacto con el borde trasero (34) de dicha primera célula es del 50 al 100 por ciento de la longitud del borde trasero; y

15 (h) colocar y conectar una segunda célula de la primera lámina conductora plegada (60) que ya ha sido aplicada a la primera célula solar de modo que una superficie inferior del sustrato conductor inferior (22) de la segunda célula solar esté en contacto en su borde delantero (32) con la primera lámina conductora plegada (60), produciendo de este modo una cadena que tiene una primera célula y una célula final, y

20 (i) opcionalmente plegar una lámina conductora adicional (60) como en la etapa (f), aplicar y conectar la lámina conductora plegada adicional (60) a la superficie superior (26) y/o a la estructura colectora superior (28) de dicha célula final en su borde trasero (34), en donde la longitud de la lámina conductora plegada adicional en contacto con el borde trasero (34) de dicha célula final es de 50 a 100 por ciento de la longitud del borde trasero (34); y colocar y conectar una célula adicional sobre la lámina conductora plegada adicional (60) que ya ha sido aplicada a la célula solar final de tal manera que una superficie inferior del sustrato conductor inferior (22) de la célula solar adicional esté en contacto en su borde delantero con la lámina conductora plegada adicional (60), para formar una cadena con una primera célula y al menos una célula intermedia y una célula final, donde la célula final previa se convierte en una célula intermedia;

25 (j) opcionalmente repetir la etapa (i);

(k) colocar la segunda barra terminal (70) de tal manera que esté en contacto con la barra ómnibus (29) de la estructura colectora (28) en el borde trasero (34) de la célula solar final; y

(l) conectar la segunda barra terminal (70) a la célula final utilizando un componente conductor.

30 14. El ensamblaje fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la barra ómnibus (29) se encuentra dentro de 10 mm del borde periférico de la célula en el borde trasero (34).

15. El ensamblaje fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la lámina conductora (60) está en contacto con al menos una porción de la barra ómnibus (29) de la estructura colectora (28).

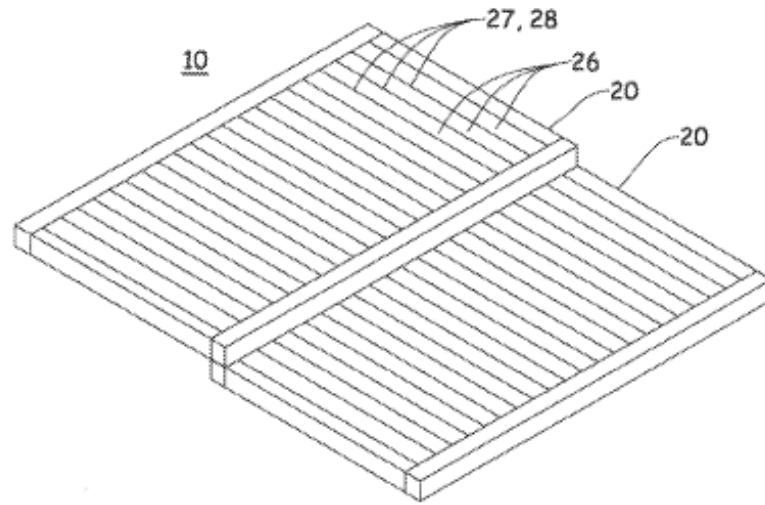


Fig. 1

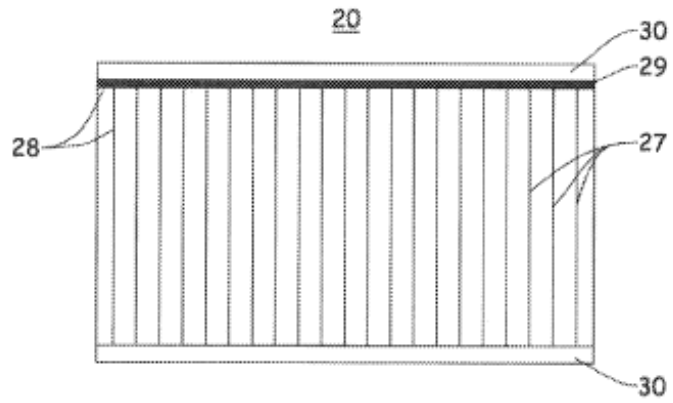


Fig. 1a

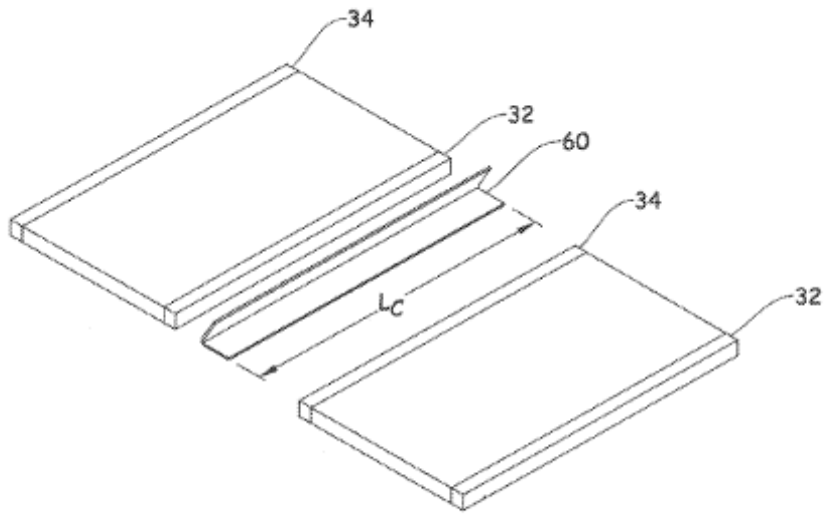


Fig. 2

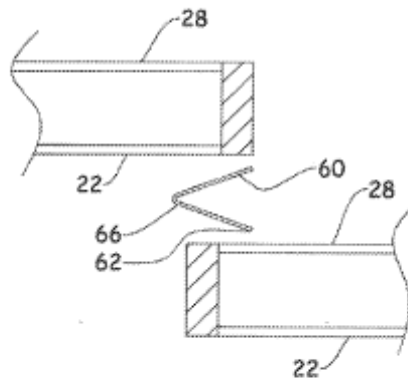


Fig. 3

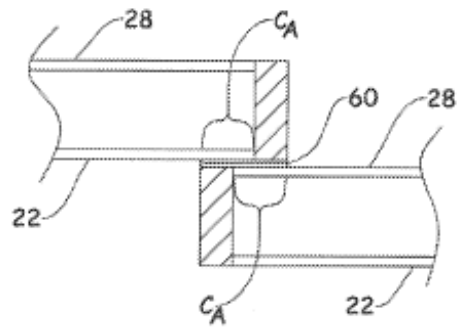


Fig. 4

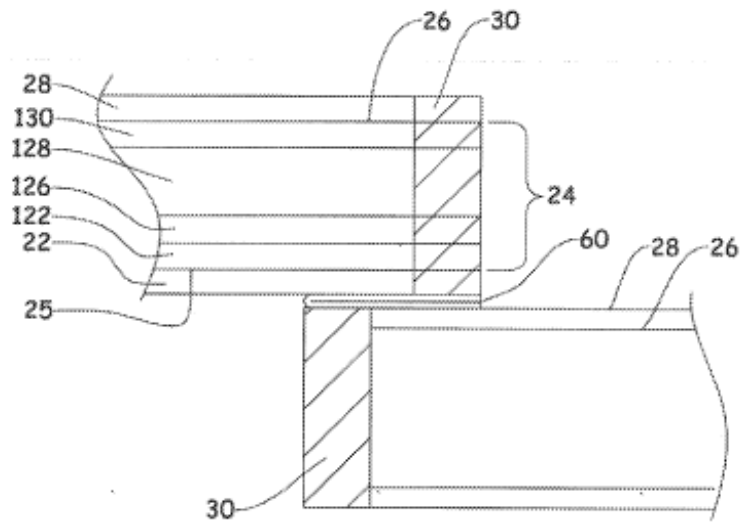


Fig. 5

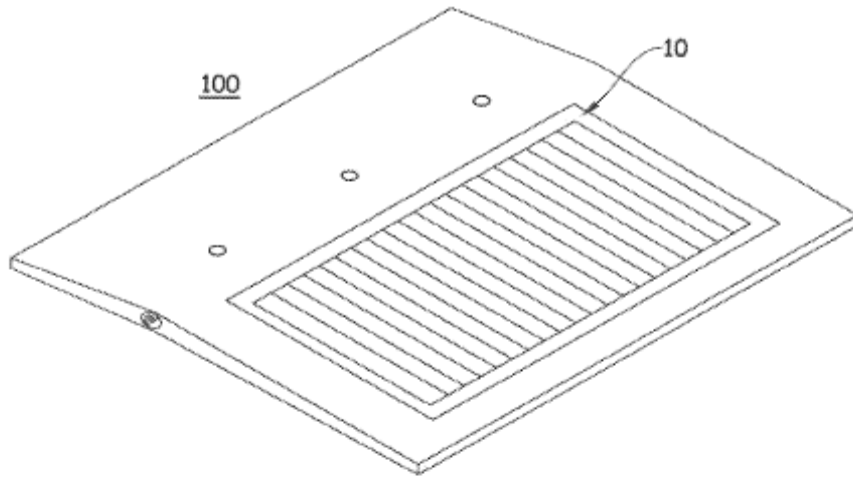


Fig. 6

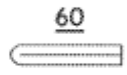


Fig. 7a

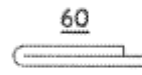


Fig. 7b

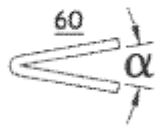


Fig. 7c

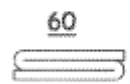


Fig. 7d

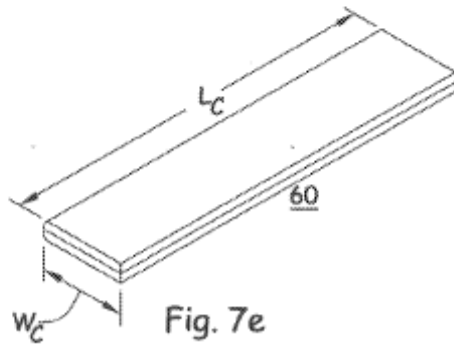


Fig. 7e

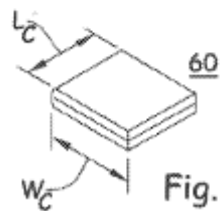


Fig. 7f



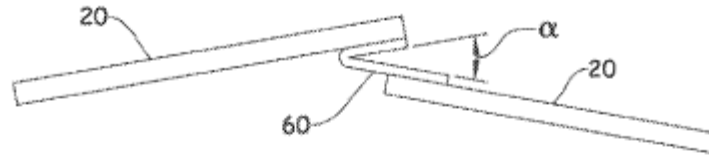


Fig. 8a

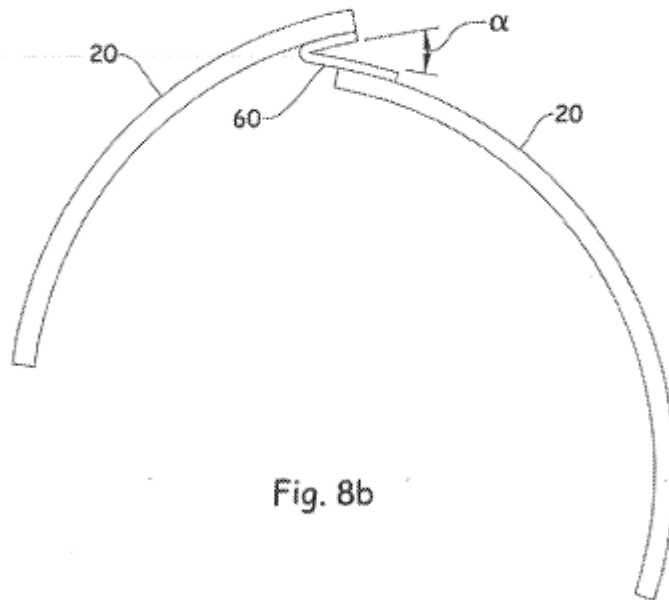


Fig. 8b

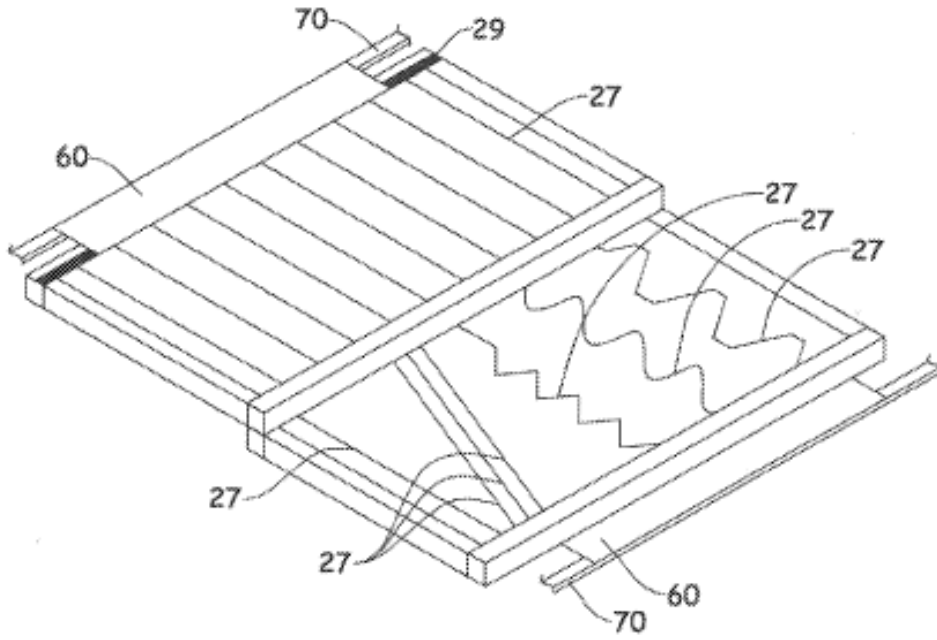


Fig. 9