



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 360 614**

(51) Int. Cl.:

**H01L 31/05** (2006.01)

(12)

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06836376 .1**

(96) Fecha de presentación : **19.10.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1943683**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2008**

(54) Título: **Módulos fotovoltaicos y metodología de interconexión para fabricar los mismos.**

(30) Prioridad: **28.10.2005 US 261025**

(73) Titular/es: **GENERAL ELECTRIC COMPANY**  
**1 River Road**  
**Schenectady, New York 12345, US**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.06.2011**

(72) Inventor/es: **Farquhar, Donald, Seton y**  
**Johnson, Neil, Anthony**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.06.2011**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Módulos fotovoltaicos y metodología de interconexión para fabricar los mismos

### Antecedentes

La invención se refiere, en general, a células solares y, más en particular pero no exclusivamente, a estructuras para interconectar las células solares.

Las células solares, también denominadas células fotovoltaicas, son dispositivos bien conocidos para convertir la radiación solar en energía eléctrica. Pueden ser fabricados en una oblea semiconductora utilizando tecnología de tratamiento de semiconductores. Las células solares generalmente incluyen uno o más materiales fotoactivos emparrados entre dos electrodos. Una célula solar típica incluye regiones n - dopada y p - dopada fabricadas sobre un sustrato de silicio. La radiación solar que incide sobre la célula solar genera electrones y huecos que migran a las regiones p - dopada y n – dopada, respectivamente, creando diferencias de potencial entre las regiones dopadas.

Las células solares individuales generan sólo una pequeña cantidad de energía, normalmente mucha menos energía que la que es requerida por la mayoría de las aplicaciones. La tensión y corriente deseadas para las aplicaciones prácticas se consiguen interconectando una pluralidad de células solares en una matriz en serie y en paralelo. Esta matriz se denomina generalmente como ensamblaje de células solares, y puede ser utilizada para generar energía eléctrica a partir de la radiación solar para una variedad de aplicaciones. Actualmente, las células convencionales de silicio cristalino fotovoltaico (PV) están interconectadas por medio de un proceso conocido como "encadenado" para formar un módulo. Encadenar células juntas en una red en serie, en general consiste en conectar el electrodo delantero de una célula al electrodo trasero de una célula adyacente por medio de un trayecto conductor, tal como un cable de cobre, que se extiende desde la cara delantera de una célula a la cara trasera de la célula adyacente. Las cadenas de células se colocan en una estructura laminada, y a continuación, las cadenas son soldadas conjuntamente, creando una conexión de extremo único de un dispositivo a otro en una red en serie. Esto quiere decir que un se proporciona trayecto eléctrico desde solamente un extremo de la célula a un extremo de la célula adyacente.

Los estándares industriales actuales para la fabricación de ensamblajes de células solares incluyen el encadenado de las células de extremo a extremo y a continuación, la formación de un laminado consistente en una capa delantera de un vidrio y láminas traseras que contienen materiales tales como películas de TEDLAR ® PVF (fluoruro de polivinilo, disponibles en E. I. du Pont de Nemours and Company). Estas prácticas están arraigadas en la industria debido a que existe una gran base de datos de fiabilidad de tales laminados de PV. Pero los problemas con laminados de PV incluyen densidad de empaquetado limitada, pérdidas por resistencia eléctrica, y la falta de automatización en el montaje que puede producir daños y contaminación. Las cadenas de células que se construyen durante el montaje son frágiles, difíciles de manejar y requieren operaciones manuales para reparar o reprocessar. Como consecuencia, a las técnicas estándar de fabricación les falta la automatización de los montajes de las tarjetas electrónicas microelectrónicas y la infraestructura de pruebas y presentan un rendimiento relativamente bajo, colocación inexacta de las células, y operaciones manuales de reprocesso dificultosas.

El documento norteamericano US – A - 6156967 desvela un ensamblaje de células solares, compuesto por células con configuraciones envolventes de contactos. Cada célula en el ensamblaje tiene una pluralidad de contactos "delanteros" y "traseros", es decir, contactos a los electrodos delantero y trasero, estando dispuestos todos esos contactos en la cara trasera de la célula. Cada célula comprende, además, apéndices conductores alargados que se extienden a lo largo de la cara delantera de la célula, en la que forman los contactos con el electrodo delantero, y a continuación, se envuelven alrededor de los bordes de la célula y se conectan a los contactos "delanteros" que se han mencionado con anterioridad en la cara trasera. Las células adyacentes en el ensamblaje están conectadas por medio de cables de interconexión que se extienden desde los contactos "delanteros" en un extremo de una célula a los contactos "traseros" de una célula adyacente.

El documento norteamericano 3.973.996 desvela un ensamblaje de células solares soldadas por difusión.

Por consiguiente, se necesita una técnica para solucionar uno o más de los problemas precedentes en la fabricación de conjuntos de células solares.

### Breve descripción

La invención está definida en las reivindicaciones independientes.

Varios aspectos y realizaciones de la presente invención están definidos en las reivindicaciones dependientes.

**Dibujos**

Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor cuando se lea la descripción detallada que sigue con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que los mismos caracteres representan las mismas partes en los dibujos, en los que:

- 5 la figura 1 es una vista en despiece ordenado de un módulo fotovoltaico que se puede fabricar de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;
- 10 la figura 2 es una vista en sección transversal de una célula fotovoltaica convencional que ilustra los contactos delanteros en una cara delantera y los contactos traseros en una cara trasera de la célula fotovoltaica;
- la figura 3 es una vista en sección transversal de una célula fotovoltaica ejemplar que ilustran la adaptación de un punto de contacto delantero a la cara trasera de una célula fotovoltaica, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;
- 15 la figura 4 ilustra una porción de un ensamblaje de células fotovoltaicas y un mecanismo para proporcionar múltiples trayectos de corriente a una cara trasera y a una cara delantera de una célula fotovoltaica, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;
- 20 la figura 5 es una vista en planta de la cara trasera de una porción de un ensamblaje de células fotovoltaicas, que ilustra un esquema de conexión de extremo doble que se consigue por un cableado de punto a punto de acuerdo con realizaciones de la presente invención;
- la figura 6 es una vista en planta de la cara trasera de una porción de un ensamblaje de células fotovoltaicas que ilustra el esquema de interconexión entre las células fotovoltaicas, que comprende dos puntos de contacto delantero y trasero, de acuerdo con realizaciones de la presente invención;
- 25 la figura 7 es una vista en planta de la cara trasera de una porción de un ensamblaje de células fotovoltaicas que ilustra el esquema de interconexión entre las células fotovoltaicas, que comprende células individuales de contacto trasero que se conectan unas con las otras por medio de cables de interconexión preformados antes del montaje del ensamblaje, y
- la figura 8 es una representación de un diagrama de flujo de los pasos incluidos en la fabricación de un ensamblaje de células solares de acuerdo con el esquema de interconexión de extremo doble de la figura 4, de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

**Descripción detallada**

- Como se explicará en detalle más adelante, las realizaciones de la presente invención proporcionan un ensamblaje de células solares que comprende múltiples células fotovoltaicas, en el que cada célula fotovoltaica incluye una cara delantera y una cara trasera. El ensamblaje de células solares también incluye varios contactos delanteros y traseros en los lados delantero y trasero, respectivamente. Uno o más apéndices conductores están acoplados eléctricamente a los contactos delanteros y están configurados para proporcionar trayectos eléctricos desde los contactos delanteros a la cara trasera de la célula fotovoltaica. El ensamblaje de células solares incluye, además, múltiples cables de interconexión que conectan los apéndices en la cara trasera de cada célula fotovoltaica al menos a un contacto trasero en la cara trasera de otra célula fotovoltaica. También se explican otras realizaciones en las que se proporcionan por lo menos dos trayectos de corriente paralelos en la cara trasera y en la cara delantera de cada célula fotovoltaica y un procedimiento para fabricar un ensamblaje de células fotovoltaicas.
- La figura 1 es una ilustración de un módulo 10 de una instalación fotovoltaica (o solar), de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención. Como se podrá apreciar, las expresiones "fotovoltaica" y "solar" se utilizan de manera intercambiable en toda la solicitud. El módulo fotovoltaico 10 incluye un ensamblaje 12 de células solares, que incluye células fotovoltaicas 14, que están laminadas entre capas de laminación 18 y 20. Como un ejemplo no limitativo, las capas de laminación 18 y 20 pueden comprender un material de láminas de acetato de vinilo etílico (EVA), cuya selección y uso son conocidos por los expertos en la técnica. El módulo fotovoltaico 10 también puede incluir capas protectoras exteriores 16 y 22. Las capas protectoras exteriores 16 y 22 pueden estar configuradas para proteger el ensamblaje de células solares 12 contra condiciones ambientales tales como agua y humedad, así como para proporcionar durabilidad estructural y protección contra ciertas fuerzas mecánicas. La capa protectora 16 puede comprender un material transparente tal como vidrio, y la capa protectora 22 puede comprender un material de lámina trasera que comprende una o más capas de materiales poliméricos, que en general incluyen una capa más externa de fluoruro de polivinilo, tal como, por ejemplo, TEDLAR ® PVF. La selección y el uso de estos materiales son conocidos por los expertos en la técnica. Durante la fabricación, el módulo fotovoltaico 10 puede ser colocado en un laminador de tal manera que las capas de laminación 18 y 20 pueden ser calentadas para sellar herméticamente el módulo fotovoltaico 10. Durante la operación, el módulo fotovoltaico 10 está orientado de tal manera que la capa 16 se oriente al sol. Por consiguiente, en la actual realización ejemplar, la cara delantera de cada una de las

células solares 14 del ensamblaje de células solares 12 está configurada para recibir la luz solar y está orientada para enfrentarse a la capa de protección 16. La cara trasera de cada una de las células solares 14 del ensamblaje de células solares 12 está orientada para que se enfrente a la capa de protección 22.

Una célula solar individual 14 con un sistema de interconexión que es conocido en la técnica se muestra en la figura 2. La cara delantera 26 de la célula 14 incluye un patrón de líneas de rejilla conductoras 27 que transmiten la corriente eléctrica producida por la conversión fotovoltaica de fotones a electrones. Las líneas de rejilla 27 están conectadas eléctricamente a un apéndice conductor 30 en la cara delantera. La cara trasera 28 de la célula 14 incluye un recubrimiento uniforme de material conductor 29, que distribuye la corriente desde el apéndice conductor 30 a través de la cara trasera de la célula fotovoltaica. La radiación solar incidente es convertida en energía eléctrica y produce la generación de corriente por medio de la célula, como se muestra por el flujo de corriente indicada por las flechas 31. Esta configuración de cableado es usada comúnmente para interconectar células solares de silicio, y se conoce como una red en serie de terminal único. En la práctica, las células pueden variar en tamaño desde menos de 25,4 mm hasta 203,2 mm o más. Dependiendo del tamaño de la célula, uno (como se muestra en la figura 2) o más pares de apéndices conductores paralelos 30 y 34 se pueden configurar para proporcionar una conductividad adecuada para recoger la corriente de manera eficiente.

Puesto que la corriente 31 se distribuye a través de la cara delantera 26 y de la cara trasera 28 de la célula solar 14 por medio de los elementos 27 y 29, la corriente a lo largo de los apéndices conductores 30 y 34 aumenta o disminuye linealmente a lo largo de su longitud. Aunque la corriente está variando, la sección transversal y la resistencia por unidad de longitud de los apéndices conductores 30 y 34 típicamente es constante, y la mayor pérdida de potencia por unidad de longitud se produce cuando la corriente es la máxima. Por lo tanto, con la adopción de una configuración de cableado que pueda limitar la corriente máxima se reducirá la pérdida de potencia, y la adopción de una configuración que proporcionase un exceso de capacidad de corriente se incrementaría el ensombrecimiento como se explica a continuación.

En la configuración de la figura 2, el apéndice conductor 30 las líneas de rejilla 27 tienen el efecto de obscurecer parte de la célula de la radiación incidente reduciendo de esta manera su eficiencia global. Por tanto, es conveniente reducir el área total cubierta por los apéndices 30 y 34. La reducción de la relación de anchura a altura del apéndice conductor 30 también reduce el área superficial cubierta por el apéndice conductor, pero puede tener efectos nocivos sobre la fiabilidad del conjunto debido a la diferencia en las propiedades mecánicas y térmicas del apéndice conductor 30 y la célula de energía solar 14. Bajo las excursiones térmicas típicas de las condiciones de servicio solar, estas diferencias crean tensiones térmicas que pueden iniciar grietas u otros daños a la célula. Como consecuencia, la relación de anchura a altura no puede ser alterada sin la consideración del impacto que se producen en las tensiones térmicas.

La figura 3 es una vista en sección transversal de una célula fotovoltaica 14 que puede estar acoplada a un dispositivo de contacto de lado único, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. La célula fotovoltaica 14 incluye una cara delantera 26 y una cara trasera 28. Como se podrá apreciar, la cara delantera 26 de la célula fotovoltaica 14 incluye un electrodo de cara delantera en su superficie (no mostrado). De manera similar, la cara trasera 28 de la célula fotovoltaica 14 incluye un electrodo de cara trasera en su superficie (no mostrado). Para proporcionar el contacto eléctrico del electrodo de cara delantera con la cara trasera 28 de la célula fotovoltaica 14, un apéndice conductor 30 de cara delantera se dispone en la cara delantera 26 de la célula fotovoltaica 14. El apéndice conductor 30 de cara delantera está acoplado eléctricamente al electrodo de cara delantera. El apéndice conductor 30 de cara delantera está dimensionado de manera que los bordes del apéndice conductor 30 pueden estar envueltos alrededor de los bordes de la célula fotovoltaica 14. Los bordes del apéndice conductor 30 de cara delantera están envueltos de tal manera que proporcionan acceso remoto a los contactos delanteros 32 en la cara trasera 28 de la célula fotovoltaica 14. Un aislante, tal como una cinta 33, se puede emplear para proporcionar aislamiento y actuar como un separador entre las células adyacentes en una red en serie. Los contactos conductores 32 están conectados al apéndice conductor 30 de cara delantera de la célula fotovoltaica, pero se encuentran físicamente en la cara trasera de la célula fotovoltaica, como se ilustra en la figura 3. La expresión "configuración de contacto trasero" se refiere a una configuración de células fotovoltaicas en la que sus contactos conductores eléctricos son accesibles desde la cara trasera, como se ejemplifica por los contactos 32 y 35 en la figura 3. En una realización de la presente invención, una célula fotovoltaica de silicio convencional con contactos delanteros y traseros, como se muestra en la Figura 2, puede ser reestructurada en una configuración de contactos traseros, proporcionando apéndices conductores eléctricos, como se muestra en la figura 3. En un ejemplo no limitativo, los apéndices conductores 30 y 34 pueden ser una cinta de cobre que está soldada a los electrodos de cara delantera y de cara trasera en la célula. Esta configuración de contacto trasero proporciona un diseño de apéndice conductor que minimiza las pérdidas por resistencia sin aumentar el ensombrecimiento o las tensiones térmicas.

La configuración de contacto trasero actualmente descrita proporciona la oportunidad para mejorar la fabricación y la durabilidad de los ensamblajes de células, permitiendo que las células individuales, tales como la célula fotovoltaica 14, se coloque boca abajo de forma individual en el proceso de colocación antes de interconectarlas. En la fabricación convencional, las células están conectadas en una cadena antes de ser colocadas, y la cadena es frágil y difícil de reparar. Al colocar las células individuales boca abajo y conectar las células por medio de los contactos delanteros 32 y los contactos traseros 35, la interconexión de las células en el ensamblaje es ahora susceptible de un proceso de montaje totalmente automatizado.

Proporcionar contactos delanteros 32 y contactos traseros 35 en la cara trasera 28 de la célula fotovoltaica 14 permite un esquema de conexión de extremo doble. La expresión "extremo doble" se refiere a la conexión de las células fotovoltaicas adyacentes en ambos extremos de la cara trasera de la célula fotovoltaica, en lugar de conectar en un extremo, como en los ensamblajes de tipo de red en serie convencionales de extremo único. Es decir, el electrodo

5 delantero de una célula fotovoltaica en un ensamblaje se acopla al electrodo trasero de un ensamblaje adyacente por medio de una primera conexión entre un contacto delantero 32 en un extremo de una célula fotovoltaica 14 y un contacto trasero 35 (apéndice conductor 34) de una célula adyacente 14, así como por medio de una segunda conexión paralela entre otro contacto delantero 32 de la célula fotovoltaica 14 y otro contacto trasero 35 (apéndice conductor 34) de la célula adyacente 14. El aspecto de la conexión de extremo doble de las presentes realizaciones

10 será ilustrado y descrito adicionalmente con referencia a las figuras 4, 5, 6 y 7.

Haciendo referencia a continuación a la figura 4, se ilustra una representación esquemática de los actuales trayectos de células fotovoltaicas adyacentes. Como se ha explicado con anterioridad, los contactos delanteros 32 (figura 3) proporcionan un mecanismo para proporcionar múltiples trayectos de corriente a una célula fotovoltaica adyacente a diferencia de un único trayecto de corriente. Como se ilustra en la figura 4, un ensamblaje 12 de células solares

15 comprende células fotovoltaicas 48 y 50. La corriente que viene de la cara delantera de la célula fotovoltaica 48 (por medio de los contactos delanteros 32 de la figura 3) y vuelve a la cara trasera de la célula fotovoltaica 50 (por medio del apéndice conductor 34) está dividida esencialmente en dos trayectos de corriente 42 y 44. Por lo tanto, la corriente fluirá desde cara delantera (superior) de la célula 48 alrededor de ambos extremos y a la cara trasera de la célula 48. La corriente fluye desde los contactos delanteros 32 (figura 3) de la célula 48 a los contacto traseros 35

20 (figura 3) (apéndice conductor 34) en la cara trasera de la célula 50 por medio de dos trayectos de corriente, en lugar de uno solo como en los ensamblajes convencionales. Ventajosamente, al proporcionar trayectos de corriente paralelos entre las células adyacentes, las pérdidas por resistencia se pueden reducir.

Considérese un ejemplo en el que 4 amperios (A) de corriente ( $I$ ) circulan a través de la célula fotovoltaica. La pérdida de potencia debida a la resistencia eléctrica en cada célula fotovoltaica del ensamblaje es igual a  $I^2R$ , en el que  $R$  es la resistencia en el trayecto de corriente e  $I$  es la corriente. Por lo tanto, en este caso, la pérdida de potencia en una corriente de 4 A es  $4^2R$ . En la realización a la que se refiere la figura 3, en la que la corriente se divide a la mitad a lo largo de dos trayectos de corriente, la pérdida de potencia es de  $2^2 R / 2$  a lo largo de cada trayecto. El cálculo se basa en el supuesto de que los trayectos de cableado adicionales en la cara trasera son relativamente bajos en resistencia. Como consecuencia, la pérdida total de potencia por resistencia se reduce en  $2^2 / 4^2$  o el 25%. Puesto

30 que la corriente es constante en un circuito en serie, el porcentaje de pérdida total de potencia por resistencia es el mismo para cualquier número de células. El efecto neto sobre la producción total de esta mejora relativa se ve afectado por el diseño y las condiciones de funcionamiento. Se hace notar que con la corriente máxima y temperaturas de funcionamiento pico, con las que las pérdidas son las más elevadas, el beneficio se maximiza. Naturalmente, los módulos solares se disponen en lugares que tienden a maximizar su exposición solar, por lo tanto las condiciones de temperatura y de corriente pico son a menudo las condiciones nominales de funcionamiento.

La figura 5 es una vista lateral en planta trasera de las células solares adaptadas para tener contactos delanteros y contactos traseros en la cara trasera de cada célula y tienen una interconexión de extremo doble que se consigue por el cableado de punto a punto en una de las realizaciones. El ensamblaje de células solares 60 comprende células fotovoltaicas 62, 64, y 66, en el que cada célula incluye contactos delanteros y contactos traseros en la cara trasera de la célula, como se ilustra en la figura 3. De esta manera, la célula fotovoltaica 62 incluye contactos delanteros 68, así como contactos traseros 79 en una cara trasera 70 de la célula 62. Las células 64 y 66 están configuradas de manera similar. Como se ilustra en la figura 5, el contacto delantero 68 de la célula 62 se acopla eléctricamente al contacto trasero 79 de la célula 64 por medio de un cable de interconexión 74. Para proporcionar un segundo trayecto de corriente paralelo de la célula 62 a la célula 64, el contacto delantero 69 de la célula 62 está acoplado eléctricamente al contacto trasero 79 de la célula 64 por medio de otro cable de interconexión 76. Puesto que los contactos delanteros 68 son accesibles desde la cara trasera 70 de las células fotovoltaicas, el esquema de interconexión puede ser de extremo doble, como se ha descrito con anterioridad. El patrón del cableado se puede repetir para un número arbitrario de células en una conexión en serie, representando los números 77 y 78 los terminales de entrada y salida de la red. Esto es similar al cableado automatizado de punto a punto que es utilizado ampliamente en la industria de la microelectrónica para el empaquetado de semiconductores, y el cable de interconexión se debe seleccionar para minimizar las pérdidas resistivas. Las conexiones se pueden realizar después de que las células se hayan colocado físicamente en sus localizaciones para el montaje del módulo. Algunos ejemplos no limitativos de cables de interconexión incluyen barras de bus así como cables y cintas aislados, en los que los cables y cintas se configuran para que no se solapen unos con los otros.

40 55 Como se puede apreciar, debido a que las células solares se fabrican de manera que incluyan contactos delantero en la cara trasera de cada célula, el acceso a la cara delantera de las células solares ya no es necesaria para la interconexión de las células para formar el ensamblaje de células. Ventajosamente, la fabricación del ensamblaje de células fotovoltaicas se pueden automatizar, y el reprocesso, si es necesario, se simplifica porque sólo la célula afectada tiene que ser retirada, sin afectar a las células adyacentes.

50 60 La figura 6 es una vista lateral en planta trasera de células solares adaptadas para tener contactos delanteros y contactos traseros en la cara trasera de cada célula y tienen una interconexión de extremo doble que se consigue por la conexión de dos puntos a dos puntos, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. El ensam-

blaje de células solares 80 comprende las células fotovoltaicas 82, 84 y 86, en el que cada célula incluye contactos delanteros y contactos traseros en la cara trasera de la célula 90, como se ha mostrado con anterioridad en la figura 3. De esa manera, la célula fotovoltaica es una célula de contacto trasero formando los contactos 88 y 89 los terminales de la célula.

5 Como se muestra en la figura 6, unos cables de interconexión 95 y 96 conectan una célula fotovoltaica a otra. Los cables de interconexión están fabricados con un material de baja resistencia, tal como el cobre que puede ser troquelado, mecanizado o grabado con cualquier técnica conocida. Entre otras ventajas con respecto a un único cable de interconexión largo, los cables de interconexión separados requieren menos material de interconexión, proporcionan más espacio para los puntos de contacto y disminuyen el peso del ensamblaje de células solares. Además, la  
10 realización la presente invención que se ha mencionado más arriba solamente requiere cambios mínimos en la infraestructura comercial existente de un ensamblaje de células fotovoltaicas. En una realización ejemplar, el ensamblaje 80 de células solares también puede incluir componentes pasivos (no mostrados) incluidos en la circuitería. Un ejemplo no limitativo de un componente pasivo incluye un diodo de derivación.

15 La figura 7 muestra una realización alternativa en la que cables de interconexión preformados 106 y 108 se unen a las células individuales 100 y 103 de contacto trasero antes del montaje del ensamblaje. Los cables de interconexión 106 y 108 pueden ser fabricados con un material de baja resistencia eléctrica, tal como el cobre, y formados por grabado químico, punzonado u otros medios para que coincidan con las dimensiones de las células de contacto trasero 100 y 103. Las conexiones se forman por medio de un tratamiento tal como la soldadura de los contactos 32 y 35. La soldadura se puede realizar poniendo en contacto los cables de interconexión 106 y 108 en sus respectivas  
20 posiciones, y por flujo y soldadura mediante el suministro de calor suficiente a la conexión con los medios conocidos en la técnica. El subconjunto resultante 100 (o 103) se pueden probar entonces y reparar como sea necesario antes de formar un ensamblaje 101 de múltiples células. La conexión de la célula 100 a otra célula 103 se puede lograr por medio de dos puntos de contacto, es decir, 102 y 104. La cara trasera 28, el aislante 33, y el apéndice 34 también se  
25 muestran en la figura 7 y tienen las mismas funciones respectivas que las que se han descrito con anterioridad con referencia a la figura 3.

El proceso de formar un ensamblaje 101 de múltiples células se realiza mediante la colocación de las células en posición durante la etapa de colocación para la laminación como se muestra en la figura 1. Las conexiones de célula a célula se realizan soldando el contacto 102 de una célula con el contacto 104 de la célula adyacente, y así sucesivamente, para formar una red en serie lineal. En el caso en el que una red en serie lineal se deba conectar a una red co-lineal adyacente, la conexión en los extremos se puede lograr añadiendo una derivación construida de un material soldable y conductor, por ejemplo, una cinta de cobre. Las células se pueden colocar manualmente o con un procedimiento automatizado, y la soldadura se puede realizar por un procedimiento manual o automático mediante la aplicación de un dispositivo de calentamiento tal como un soldador en la localización deseada. Este proceso de montaje evita la necesidad de premontar cadenas de células, transportarlas a la estación de colocación, y después repararlas o retirarlas si tienen defectos. Como contraste, la colocación secuencial de las células individuales 100, 103 por los medios que se han descrito cae en las metodologías que se emplean en el montaje de tarjetas electrónicas y la infraestructura de pruebas de fabricación que se caracteriza por la automatización de las operaciones de coger y colocar y los procesos de soldadura de alto rendimiento.

40 La figura 8 muestra un gráfico de flujo que ilustra los pasos incluidos en un procedimiento de fabricación 120 de un ensamblaje de células solares. Las células individuales de contactos traseros se montan usando cables de interconexión, como en el paso 122. Haciendo referencia al paso 124, las células fotovoltaicas de contactos traseros se disponen individualmente en una pila laminada. Un ejemplo no limitativo de la pila laminado incluye una lámina trasera de acetato de vinilo etílico o fluoruro de polivinilo en vidrio. La disposición de las células fotovoltaicas en la pila laminada es un proceso automatizado. Cada célula fotovoltaica se escoge y se coloca de forma individual en la pila laminada. Además, el procedimiento incluye la colocación de apéndices 126 en el que los apéndices se sueldan en una cara trasera de cada célula fotovoltaica por un aparato de soldadura automatizado. Los apéndices están diseñados para ayudar a mantener la separación entre las células a lo largo de todo el proceso de laminación. Los apéndices pueden ser aislados. Después de que las células se hayan colocado, en un ejemplo no limitativo, se adhieren en su lugar utilizando un hierro caliente. Un ligero calentamiento de la célula la adherirá al acetato de vinilo etílico subyacente y ayudará a retener las posiciones de la célula. Además, las células están interconectadas unas con otras en serie por medio de cables de interconexión. Como un ejemplo de la realización de la figura 4, los cables de interconexión pueden ser cables aislados que pueden ser redondos o planos. En otras realizaciones, tal como se describe con respecto a las figuras 6 y 7, los cables de interconexión comprenden cintas de cobre (o alternativamente de otros materiales conductores) que se punzonan o se graban químicamente o son fabricados de otra manera en la forma deseada. Pueden estar o pueden no estar aislados en función de los requisitos del proceso. En general, el EVA circula entre la cinta y la célula proporcionando una capa aislante que se forma durante el proceso de laminación. Como paso siguiente 128, se realiza una inspección de las células para detectar defectos. Por último, el proceso de laminación se completa en el paso 130, en el que las células fotovoltaicas se encapsulan con aislante. Algunos ejemplos no limitativos de encapsulantes incluyen acetato de vinilo etílico.

45 50 55 60 Las realizaciones que se han mencionado con anterioridad producen el potencial de interconexión entre las células adyacentes con una separación mínima y por lo tanto se pueden utilizar para mejorar la densidad de empaquetado y

mejorar la producción del módulo fotovoltaico. En un ejemplo no limitativo, la separación admisible entre las células es típicamente al menos de 1 mm.

De la descripción que antecede, se considera evidente que la presente invención ha proporcionado ensamblajes de células solares mejorados con varias ventajas, que incluyen la reducción de pérdida de potencia en el circuito y una metodología de interconexión más conveniente que permite el fácil reemplazo de las células defectuosas.

Aunque solamente ciertas características de la presente invención se han ilustrado y descrito en la presente memoria descriptiva, muchas modificaciones y cambios se les ocurrirá a los expertos en la técnica.

**REIVINDICACIONES**

1. Un ensamblaje de células solares (12, 60), que comprende:

una pluralidad de células fotovoltaicas (14, 62, 64, 66), comprendiendo cada una de la pluralidad de células fotovoltaicas (14, 62, 64, 66);

5       una cara delantera (26) y una cara trasera (28);

una pluralidad de contactos delanteros (32) dispuestos en la cara trasera (28) y una pluralidad de contactos traseros (35) dispuestos en la cara trasera de cada una de la pluralidad de células fotovoltaicas (14);

10      una pluralidad de apéndices (30) de cara delantera dispuestos en la cara delantera de cada célula y acoplados eléctricamente a la pluralidad de los contactos delanteros (32) en la cara trasera de la célula fotovoltaica, estando dispuestos los contactos delanteros (32) en ambos extremos de cada célula;

una primera conexión por medio de un cable de interconexión (74) entre un contacto delantero en un extremo de una célula fotovoltaica (62) y un contacto trasero de una célula adyacente (64) y una segunda conexión paralela por medio de otro cable de interconexión (76) entre otro contacto delantero en el otro extremo de la célula fotovoltaica (62) y otro contacto trasero de una célula adyacente (64).

15      2. El ensamblaje de la reivindicación 1, que comprende, además, una pila laminada (18), en el que cada célula fotovoltaica (14) está dispuesta en la pila laminada (18).

3. El ensamblaje de la reivindicación 1, que comprende, además, un encapsulante (22) para encapsular la célula fotovoltaica (14).

4. El ensamblaje de la reivindicación 3, en el que el encapsulante (22) comprende acetato de viniletileno.

20      5. El ensamblaje de la reivindicación 1, en el que cada una de las células fotovoltaicas (14) está configurada para presentar una pérdida de potencia de menos del 2 por ciento de la producción total de potencia de la célula fotovoltaica (14).

25      6. Un procedimiento para fabricar un ensamblaje (12, 60) de células fotovoltaicas, que comprende: proporcionar una pluralidad de células fotovoltaicas (14, 62, 64, 66) en la que cada una de las células tiene una cara delantera (26) y una cara trasera (28), y en la que cada célula comprende una pluralidad de apéndices (30) de cara delantera acoplados eléctricamente a los contactos delanteros (32) dispuestos en cada extremo de la célula en la cara trasera de la célula, y una pluralidad de contactos de cara trasera (35) dispuesto en la cara trasera;

colocar la pluralidad de las células fotovoltaicas (14) en un laminado (18);

30      calentar las células fotovoltaicas (14) de tal manera que las células (14) se adhieren al laminado (18), e

interconectar en serie las células fotovoltaicas adyacentes por medio de una primera conexión por medio de un cable de interconexión (74) entre un contacto delantero en un extremo de una célula fotovoltaica (62) y un contacto trasero de una célula adyacente (64) y una segunda conexión paralela por medio de otro cable de interconexión (76) entre otro contacto delantero en el otro extremo de la célula fotovoltaica (62) y otro contacto trasero de la célula adyacente (64).

35      7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la colocación de la pluralidad de células fotovoltaicas (14) comprende la recogida y colocación automatizada de cada una de las células fotovoltaicas (14).

40      8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la recogida y colocación automatizada de cada una de las células fotovoltaicas (14) comprende, además, laminar las células (14) individualmente y la interconexión de las mismas.

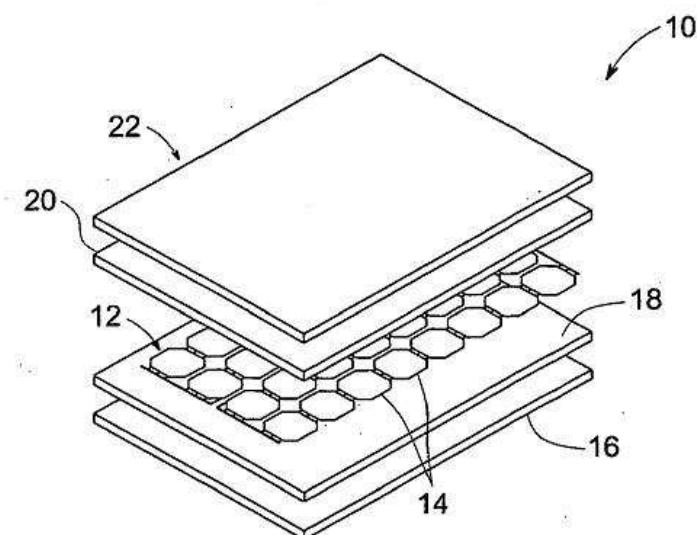


FIG. 1

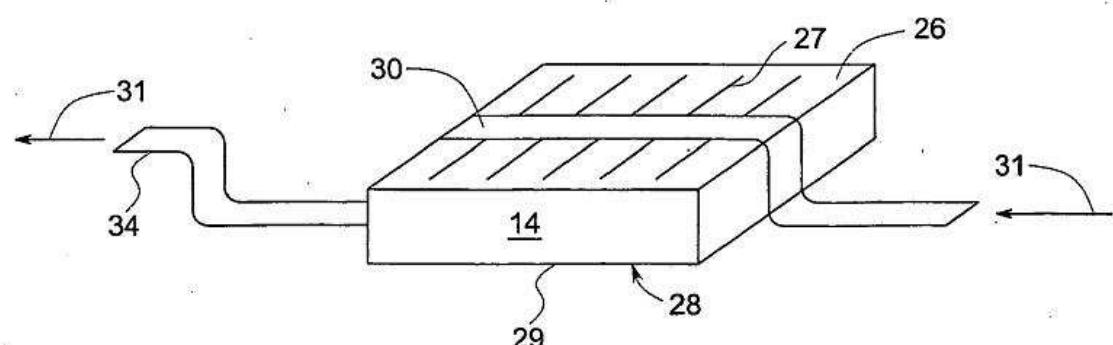


FIG. 2

(TÉCNICA ANTERIOR)

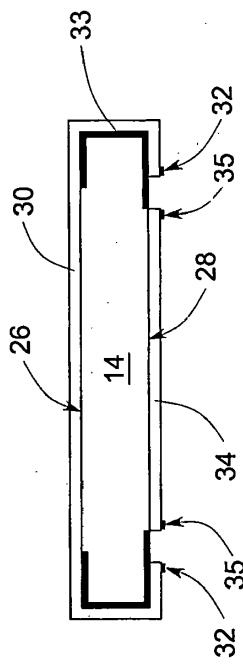


FIG. 3

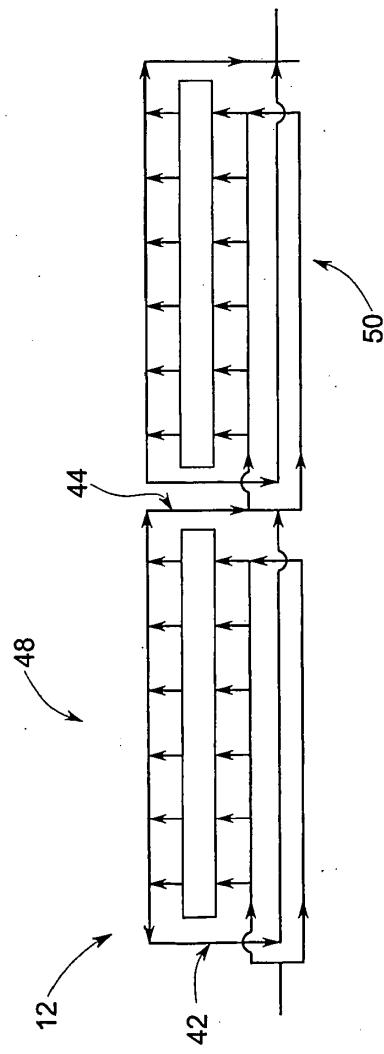


FIG. 4

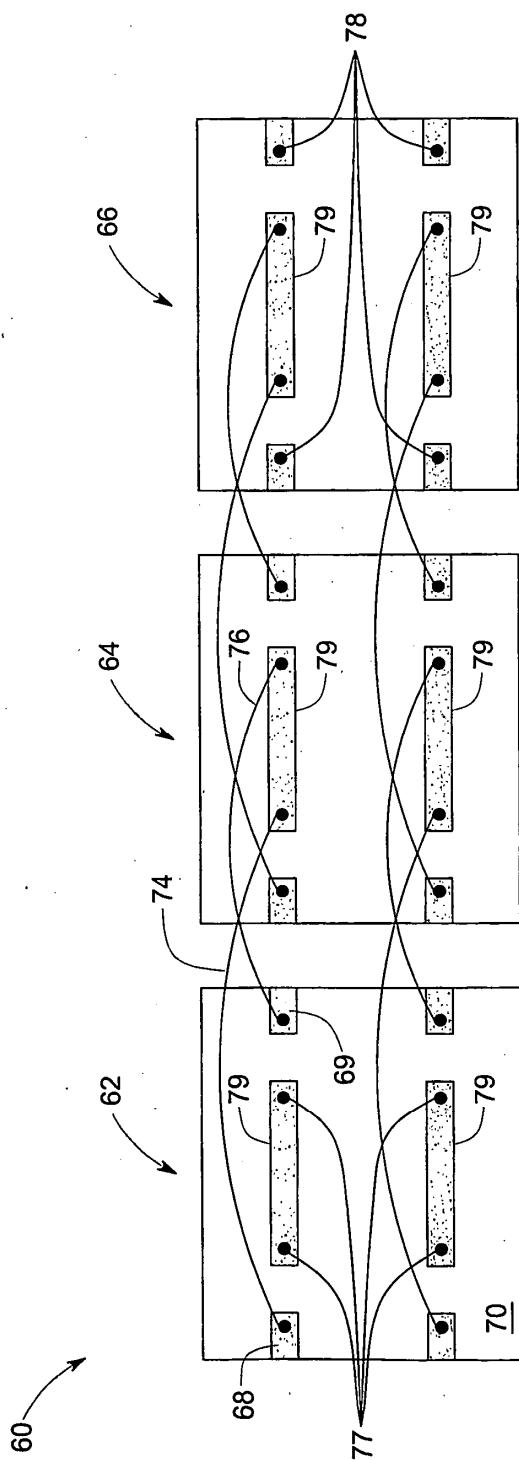


FIG. 5

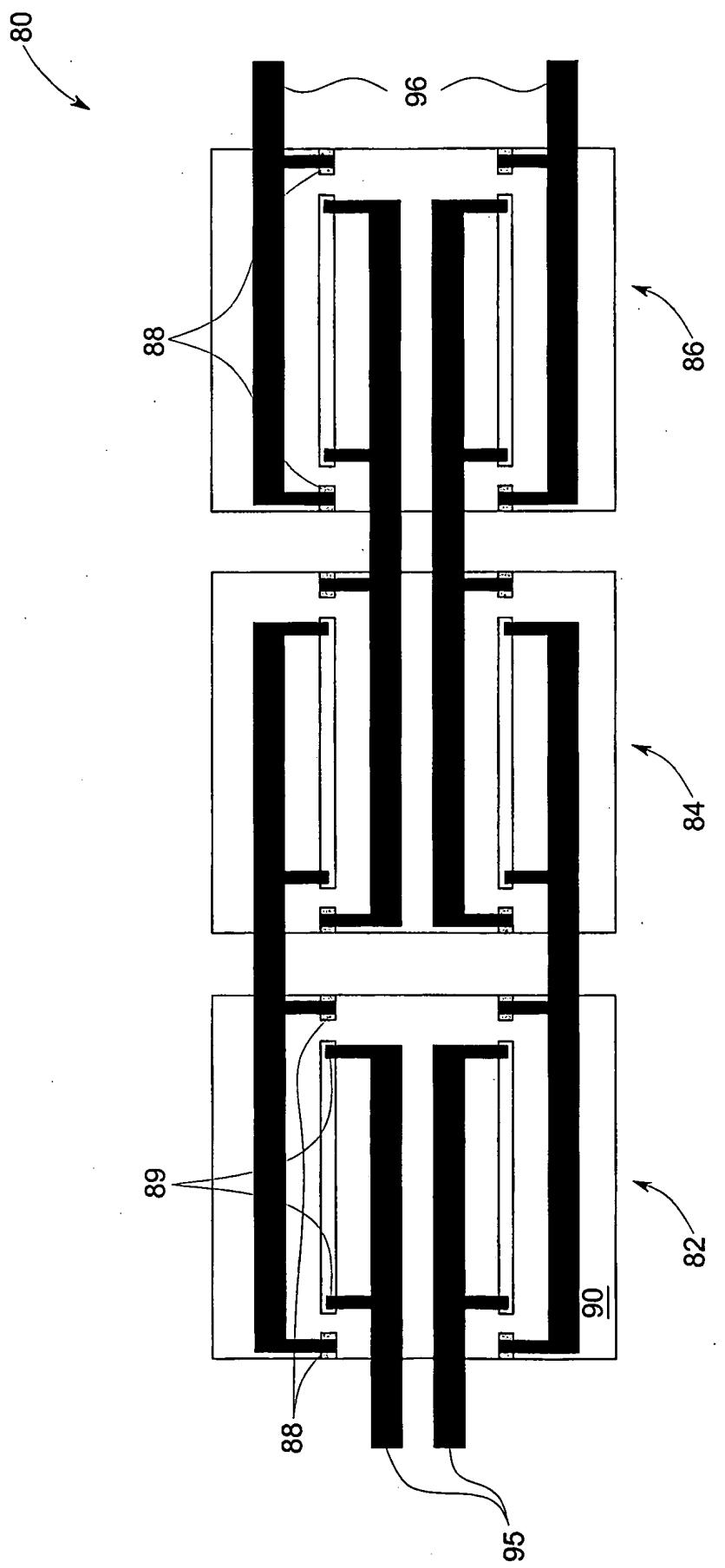


FIG. 6

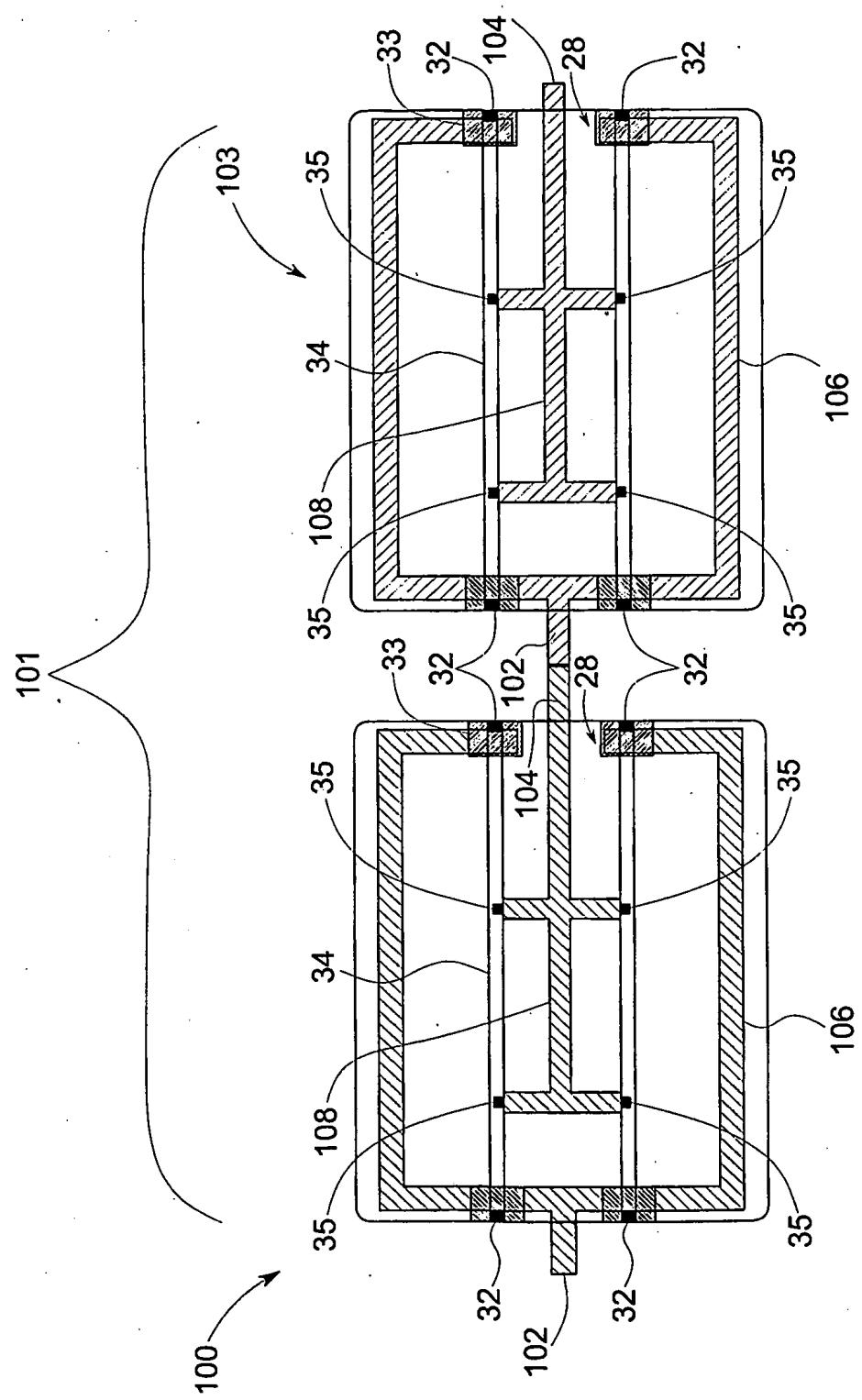


FIG. 7

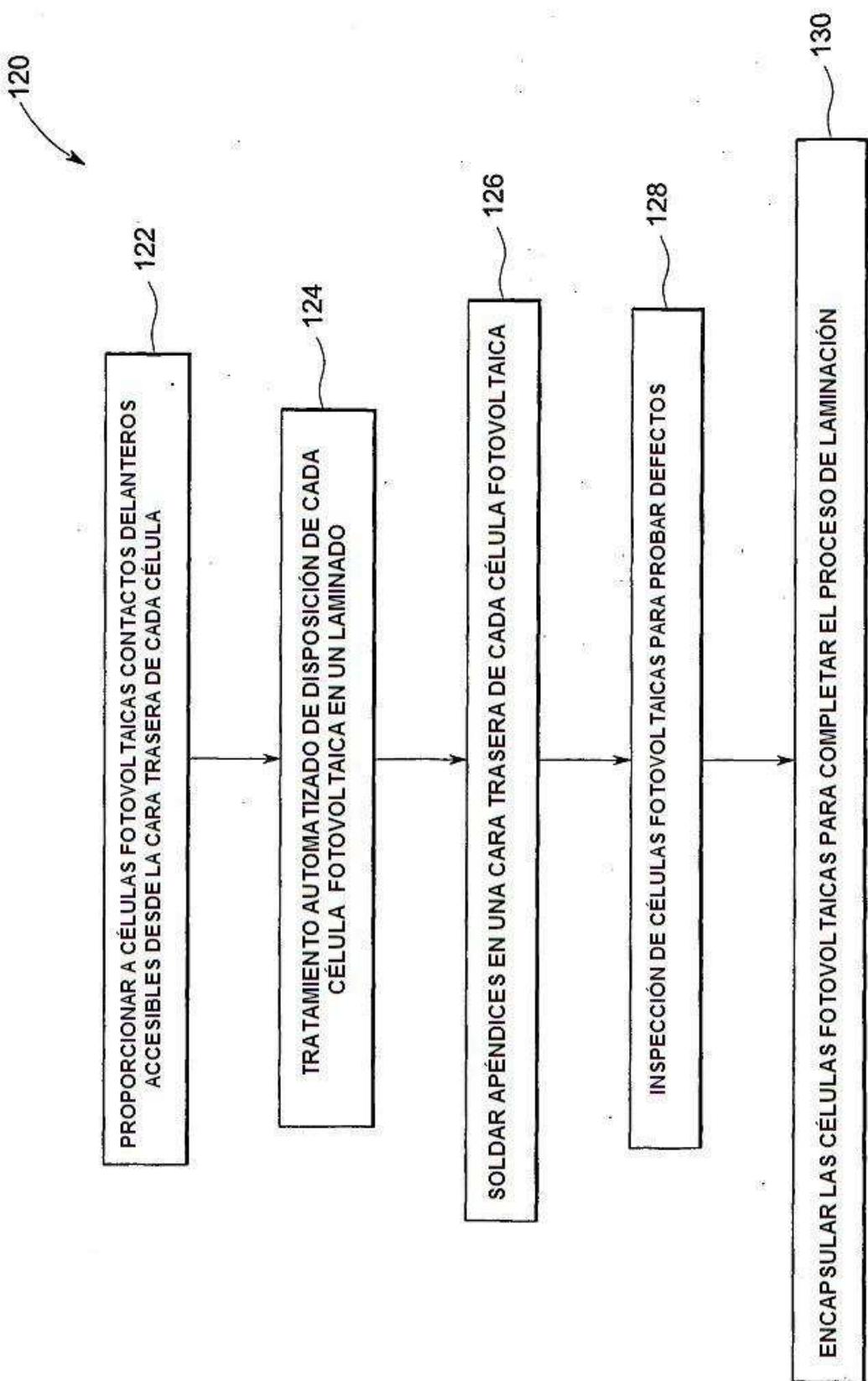


FIG. 8