

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 856 075**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/05 (2014.01)

H01L 31/068 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2013 PCT/IB2013/001964**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14041413**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2013 E 13803203 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2020 EP 2896072**

54 Título: **Método para fabricar un módulo solar de células solares de contacto posterior utilizando tiras conectoras de tipo cinta lineal y el módulo solar respectivo**

30 Prioridad:

11.09.2012 GB 201216209

11.09.2012 US 201261699584 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.09.2021

73 Titular/es:

REC SOLAR PTE LTD. (100.0%)
20 Tuas South Avenue, 14
Singapore 637312, SG

72 Inventor/es:

ROSTAN, PHILIPP, JOHANNES;
WADE, ROBERT;
DIESTA, NOEL, GONZALES;
SRIDHARA, SHANKAR, GAURI y
SØRENG, ANDERS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 856 075 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

Método para fabricar un módulo solar de células solares de contacto posterior utilizando tiras conectoras de tipo cinta lineal y el módulo solar respectivo

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para fabricar un módulo solar de células solares de contacto posterior, particularmente de células solares de envoltura metálica (MWT), y al módulo solar correspondiente.

Antecedentes de la técnica

Las células solares se utilizan para convertir la luz solar en electricidad mediante un efecto fotovoltaico. Un objetivo general es lograr una alta eficiencia de conversión equilibrada con la necesidad de bajos costes de producción.

En una célula solar, las regiones del emisor y las regiones de base están comprendidas en un sustrato semiconductor y una unión entre estas regiones dopadas de forma opuesta sirve para separar los pares de carga generados por luz. Aquí, una región del emisor comprende un dopaje de tipo n y de tipo p, mientras que una región de base comprende el tipo de dopaje opuesto.

En células solares convencionales, la región del emisor se dispone normalmente en una superficie superior dirigida hacia la luz incidente y la región de base se dispone en la superficie posterior opuesta del sustrato semiconductor. Por consiguiente, los contactos del emisor que contactan con la región del emisor están dispuestos en el lado frontal y los contactos de la base que contactan con la región de base están dispuestos en el lado posterior del sustrato semiconductor. El documento EP 2184785 A1 desvela un método para fabricar un módulo solar de acuerdo con la técnica anterior.

Se han desarrollado nuevos diseños de células en los que ambos tipos de contactos están dispuestos en una superficie posterior del sustrato semiconductor. Estas células solares se denominan normalmente células solares de contacto posterior.

Un tipo de células solares de contacto posterior que se describirá principalmente en el presente documento es el diseño de célula solar de envoltura metálica (MWT) en el que se forma una región del emisor en el lado frontal del sustrato semiconductor y dedos metálicos pequeños se disponen en este lado frontal para formar los contactos del emisor. Sin embargo, a diferencia de las células solares convencionales, estos dedos metálicos pequeños no conducen a dedos más grandes, dispuestos perpendicularmente a los dedos pequeños y normalmente denominados barras colectoras. En cambio, estos dedos pequeños conducen a orificios pasantes generados en toda el área del sustrato semiconductor. Estos orificios pasantes están rellenos de metal conectando así los dedos pequeños del lado frontal con una región de contacto del emisor dispuesta en la superficie posterior del sustrato semiconductor. Por consiguiente, la célula MWT puede tener ambos tipos de contacto en la superficie posterior de modo que no se necesiten barras colectoras de sombreado de luz en el lado frontal.

En cada uno de los contactos del emisor y los contactos de la base en la superficie lateral posterior, se pueden aplicar disposiciones de almohadillas para soldar. Estas disposiciones de almohadillas para soldar pueden comprender una o más almohadillas para soldar fabricadas con un material soldable tal como, por ejemplo, plata. Encima de tales almohadillas para soldar, las estructuras de interconexión pueden soldarse para interconectar las células solares contiguas, formando así cadenas interconectadas de células solares que pueden usarse después para formar finalmente un módulo solar.

Se han desarrollado varios conceptos y esquemas de interconexión para interconectar eléctricamente una pluralidad de células solares de contacto posterior. Los requisitos generales que deben cumplir estos enfoques y esquemas son que no se produzcan cortocircuitos entre las regiones del emisor y las regiones de base a través de las estructuras de interconexión aplicadas. Así mismo, las estructuras de interconexión deberán ser fáciles de aplicar a las disposiciones de almohadillas para soldar sin un riesgo significativo de dañar la célula solar por el procedimiento de interconexión. Así mismo, los pasos de procesamiento y los materiales utilizados para interconectar las células solares a una cadena deben ser lo más simples y económicas posibles.

Sumario de la invención

El objetivo y el objeto de la presente invención se definen en las reivindicaciones independientes 1 y 7.

Las realizaciones de la presente invención permiten cumplir de forma ventajosa los requisitos antes mencionados.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se propone un método para fabricar un módulo solar. El método comienza con proporcionar una pluralidad de células solares de contacto posterior que tienen contactos del emisor y contactos de la base en una superficie posterior de un sustrato semiconductor y disposiciones de almohadillas

para soldar aplicadas sobre los contactos del emisor y los contactos de la base. Cada disposición de almohadillas para soldar comprende una o más almohadillas para soldar dispuestas linealmente. Las disposiciones de almohadillas para soldar están dispuestas en la superficie posterior del sustrato semiconductor asimétricamente con respecto a un eje longitudinal del sustrato semiconductor. Como se aclarará más adelante, tal disposición asimétrica de las disposiciones de almohadillas para soldar puede verse como una idea importante para el concepto inventivo. El eje longitudinal del sustrato semiconductor puede ser un eje que se extiende a través de un centro del sustrato semiconductor y que puede ser preferentemente paralelo o al menos no cruzar la extensión lineal de las disposiciones de almohadillas para soldar.

Después de haber preparado o proporcionado dichas células solares de contacto posterior específicamente diseñadas, cada una de las células solares está separada en primera y segunda porciones de célula a lo largo de una línea perpendicular al eje longitudinal del sustrato semiconductor.

Posteriormente, la pluralidad de primera y segunda porciones de célula de las células solares de contacto posterior se dispone alternativamente a lo largo de una línea de modo que las segundas porciones de célula estén dispuestas en una orientación de 180° con respecto a las primeras porciones de célula y de tal forma que las disposiciones de almohadillas para soldar de los contactos del emisor y de los contactos de la base de las primeras porciones de célula estén alineados con las disposiciones de almohadillas para soldar de los contactos de la base y los contactos del emisor de las segundas porciones de célula, respectivamente. En otras palabras, después de separar cada célula solar en dos porciones, cada segunda porción de célula se gira 180° y después las porciones de célula se disponen a lo largo de una línea.

Debido a la asimetría de la disposición de almohadillas para soldar en la superficie posterior del sustrato semiconductor, las primeras porciones de célula y las segundas porciones de célula giradas pueden disponerse de modo que cada disposición de almohadillas para soldar aplicada sobre los contactos del emisor de una primera porción de célula esté alineada linealmente con una disposición de almohadillas para soldar asociada aplicada sobre los contactos de la base de una segunda porción de célula contigua. De forma similar, cada disposición de almohadillas para soldar aplicada sobre los contactos de la base de la primera porción de célula puede alinearse linealmente con una disposición de almohadillas para soldar asociada aplicada sobre los contactos del emisor de una segunda porción de célula contigua en el otro lado.

Finalmente, la pluralidad de primera y segunda porciones de célula está conectada eléctricamente en serie. Para este fin, una tira conectora lineal de tipo cinta está dispuesta encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal de un contacto del emisor de cada primera porción de célula y encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal alineada de un contacto de la base de una segunda porción de célula contigua a la primera porción de célula respectiva en un lado. Así mismo, una tira conectora lineal de tipo cinta está dispuesta en la parte superior de una disposición de almohadillas para soldar lineal de un contacto de la base de la primera porción de célula respectiva y en la parte superior de una disposición de almohadillas para soldar lineal alineada de un contacto del emisor de una segunda porción de célula contigua a la primera porción de célula respectiva en un lado opuesto.

Finalmente, las tiras conectoras están conectadas eléctricamente a las disposiciones de almohadillas para soldar subyacentes.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se propone un módulo solar. El módulo solar se puede fabricar mediante el método descrito anteriormente. El módulo solar comprende una pluralidad de primera y segunda porciones de célula de células solares de contacto posterior dispuestas a lo largo de un eje longitudinal. Cada una de la primera y segunda porciones de célula comprende disposiciones de almohadillas para soldar en la parte superior de cada uno de los contactos del emisor y los contactos de la base, cada una de las que comprende una o más almohadillas para soldar dispuestas linealmente. Las disposiciones de almohadillas para soldar están dispuestas en el lado posterior del sustrato semiconductor asimétricamente con respecto a un eje longitudinal del sustrato semiconductor. La pluralidad de primera y segunda porciones de célula de las células solares de contacto posterior se disponen alternativamente a lo largo de una línea de modo que las segundas porciones de célula estén dispuestas en una orientación de 180° con respecto a las primeras porciones de célula y de tal forma que las disposiciones de almohadillas para soldar de los contactos del emisor y de los contactos de la base de las primeras porciones de célula estén alineados con las disposiciones de almohadillas para soldar de los contactos de la base y de los contactos del emisor de las segundas porciones de célula, respectivamente. La pluralidad de primera y segunda porciones de célula de las células solares de contacto posterior están conectadas en serie por tiras conectoras de tipo cinta lineales, cada una de las que está dispuesta encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal de un contacto del emisor de cada primera porción de célula y encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal alineada de un contacto de la base de una segunda porción de célula contigua a la primera porción de célula respectiva en un lado y por tiras conectoras de tipo cinta lineales, cada una dispuesta en la parte superior de una disposición de almohadillas para soldar lineal de un contacto de la base de la primera porción de célula respectiva y encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal alineada de un contacto del emisor de una segunda porción de célula contigua a la primera porción de célula respectiva en un lado opuesto.

Como se verá en más detalles más adelante, puede entenderse que los aspectos anteriores de la presente invención se basan en las siguientes ideas y observaciones:

En enfoques y esquemas anteriores para interconectar células solares de contacto posterior para fabricar un módulo solar, el requisito de evitar cortocircuitos y de técnicas de interconexión fáciles y económicas se ha cumplido de diversas formas.

Por ejemplo, se han proporcionado estructuras de interconexión de metal complejas imprimiendo pastas metálicas sobre sustratos adicionales tales como láminas flexibles y aplicando posteriormente estos sustratos adicionales sobre el sustrato semiconductor para interconectar los contactos del emisor y de la base de las células solares contiguas de forma adecuada. Sin embargo, tal enfoque requiere la provisión de sustratos adicionales para transportar las estructuras metálicas impresas y, además, requiere esfuerzos y costes sustanciales para imprimir las estructuras metálicas sobre dichos sustratos.

En un enfoque alternativo, se han utilizado tiras conectoras de tipo cinta para interconectar células solares contiguas. Sin embargo, en tal enfoque, o bien no se tuvieron que usar tiras conectoras de tipo cinta lineal simple, sino que se tuvieron que usar tiras conectoras con una forma compleja o se tuvieron que interponer capas de aislamiento adicionales entre cada una de las tiras conectoras y el emisor subyacente y los contactos de la base para evitar cortocircuitos locales.

Adicionalmente, particularmente en el caso de grandes células solares, soldar una tira conectora de tipo cinta a disposiciones de almohadillas para soldar sobre un sustrato semiconductor puede dar como resultado un arqueamiento significativo del sustrato semiconductor debido a los diferentes coeficientes de expansión térmica del material de la tira conectora y del material del sustrato semiconductor. Tal arqueamiento puede resultar en un rendimiento reducido del proceso de fabricación.

De acuerdo con aspectos de la presente invención, se puede proporcionar una célula solar de contacto posterior de gran tamaño. La preparación de células solares de gran tamaño es más eficiente que la preparación de dichas células solares con tamaños más pequeños. Por ejemplo, en este momento, las células solares basadas en obleas se preparan normalmente con tamaños de 156 x 156 mm². Tales células solares de contacto posterior de gran tamaño están provistas de disposiciones de almohadillas para soldar específicas en las que cada disposición de almohadillas para soldar comprende una o más almohadillas para soldar y tiene una forma lineal. Las disposiciones de almohadillas para soldar se proporcionan en el lado posterior del sustrato semiconductor de tal forma que sean asimétricas con respecto a un eje longitudinal del sustrato semiconductor. Específicamente, las disposiciones de almohadillas para soldar se proporcionan en un esquema de tal forma que, al colocar una primera célula solar junto a una segunda célula solar en una orientación de 180°, la disposición de almohadillas para soldar lineal de un tipo, es decir, contactar los contactos del emisor o de la base, de la primera célula está linealmente alineada con una disposición de almohadillas para soldar asociada del otro tipo en la segunda célula. Debido a tal diseño específico de las disposiciones de almohadillas para soldar, cada célula solar puede separarse después en una primera y segunda porciones de célula cortando, por ejemplo, a lo largo de una línea perpendicular al eje longitudinal del sustrato semiconductor y, posteriormente, estas primera y segunda porciones de célula pueden disponerse alternativamente a lo largo de una línea, estando cada segunda porción de célula dispuesta con una orientación de 180° con respecto a las primeras porciones de célula. Finalmente, la primera y la segunda porciones de célula pueden estar interconectadas usando tiras conectoras de tipo cinta lineal convencionales aplicadas sobre una disposición de almohadillas para soldar lineal de un primer tipo en una primera porción de célula y una disposición de almohadillas para soldar lineal alineada de un segundo tipo opuesto en una segunda porción de célula contigua. Debido a la separación de la célula solar de contacto posterior de gran tamaño antes de la interconexión, se pueden usar tiras conectoras de tipo cinta más cortas resultando en un arco reducido.

Por consiguiente, el enfoque presentado en el presente documento permite usar tiras conectoras de tipo cinta lineales simples para interconectar las células solares de contacto posterior y al mismo tiempo evita el arqueamiento excesivo de los sustratos semiconductores en la interconexión y, así mismo, evita cualquier necesidad de capas de aislamiento interpuestas entre las tiras conectoras y los contactos.

De acuerdo con una realización de la presente invención, no se interpone ninguna capa de aislamiento entre cada una de las tiras conectoras y los contactos del emisor y de la base. El concepto de interconexión presentado permite evitar cortocircuitos sin necesidad de ninguna capa de aislamiento entre las tiras conectoras y la superficie subyacente del sustrato semiconductor. Por consiguiente, pueden evitarse esfuerzos y costes adicionales para proporcionar tales capas de aislamiento.

De acuerdo con otra realización preferida de la invención, antes de separar una célula solar de contacto posterior, la disposición de almohadillas para soldar de un contacto del emisor se extiende continuamente desde un primer extremo dispuesto cerca de un primer borde del sustrato semiconductor a través de una región central del sustrato semiconductor hasta un segundo extremo dispuesto cerca de un segundo borde del sustrato semiconductor, en el que el primer extremo y el segundo extremo están separados del primer borde y del segundo borde, respectivamente, entre un 2 y un 48 %, preferentemente entre un 4 y un 20 % de la distancia entre el primer y el segundo bordes. De forma similar, en el módulo solar finalizado, es decir, después de separar la célula solar de contacto posterior en una

primera y una segunda porciones, la disposición de almohadillas para soldar de un contacto del emisor se extiende continuamente desde un primer extremo dispuesto cerca pero separado de un primer borde de una porción de célula hasta un segundo extremo dispuesto en un segundo borde opuesto de la porción de célula, en el que el primer extremo está separado del primer borde entre un 4 y un 96 %, preferentemente entre un 8 y un 40 % de la distancia entre el primer y el segundo bordes.

En otras palabras, el diseño de las disposiciones de almohadillas para soldar aplicadas a los contactos del emisor puede elegirse de forma que, antes de separar la célula solar en dos porciones, las disposiciones de almohadillas para soldar pueden extenderse cerca pero separadas de los bordes opuestos del sustrato semiconductor, es decir, queda al menos un pequeño espacio entre un extremo de una disposición de almohadillas para soldar y un borde contiguo del sustrato semiconductor. Este espacio puede servir para transmitir corrientes eléctricas desde las regiones de base dispuestas en un lado de la disposición de almohadillas para soldar del emisor hasta las regiones de la base dispuestas en un lado opuesto de esta disposición de almohadillas para soldar del emisor. La extensión de la disposición de almohadillas para soldar del emisor en la superficie posterior de una célula solar MWT depende por lo general en gran medida del diseño de los contactos del emisor del lado frontal y de las disposiciones de los orificios pasantes para interconectar los contactos del emisor del lado frontal con la disposición de almohadillas para soldar del emisor del lado posterior. En un diseño extremo, los orificios pasantes podrían disponerse solo cerca del centro del sustrato de la célula solar de tal forma que la disposición de almohadillas para soldar del emisor se pueda colocar solo en una región limitada cerca del centro del sustrato y un espacio entre dicha disposición de almohadillas para soldar y un borde del sustrato puede ser hasta el 48 % de la anchura total del sustrato. Por lo general, cuanto más corta sea la disposición de almohadillas para soldar del emisor y, por tanto, cuanto mayor sea el espacio con el borde del sustrato, menor será la resistencia en serie para que las corrientes eléctricas en la base fluyan desde una región de la base en el lado opuesto de la disposición de almohadillas para soldar del emisor hacia una disposición de almohadillas para soldar de la base de recogida. Sin embargo, puesto que las disposiciones de almohadillas para soldar del emisor cortas solo se pueden lograr en combinación con dedos de contacto del emisor más largos en el lado frontal del sustrato de la célula solar, resultando posiblemente tales dedos de contacto del emisor más largos en una mayor resistencia en serie, puede ser necesario encontrar una compensación con disposiciones de almohadillas para soldar del emisor que dejen un espacio en el borde del sustrato con dimensiones de espacio del 4 al 20 % de la anchura del sustrato de célula.

Sin embargo, puesto que la disposición de almohadillas para soldar del emisor se extiende continuamente a través de la región central del sustrato semiconductor y el sustrato semiconductor se separará en dos porciones cortando esta región central, en la primera y segunda porciones de célula resultantes, la disposición de almohadillas para soldar del emisor llegará directamente hasta el borde en un lado de las porciones de célula mientras deja un espacio en el borde del otro lado de las porciones de célula. Debido a tal diseño de las disposiciones de almohadillas para soldar en las porciones de célula, las porciones de célula pueden interconectarse entre sí sin necesidad de capas de aislamiento para evitar cortocircuitos.

La recolección de corriente desde las regiones de base hacia una disposición de soldadura de base puede mejorarse aún más proporcionando dedos metálicos adicionales que se extienden desde una disposición de almohadillas para soldar de un contacto de la base dispuesto en un lado de la disposición de almohadillas para soldar continua de un contacto del emisor a través del espacio entre la disposición de almohadillas para soldar continua del contacto del emisor y el borde a una región en un lado opuesto de la disposición de almohadillas para soldar continua del contacto del emisor.

El método de fabricación y el módulo solar propuestos pueden ser particularmente beneficiosos cuando se aplican a células solares de contacto posterior que tienen un tamaño cuadrado de más de 100 x 100 mm², particularmente un tamaño de 156 x 156 mm², lo que significa que la primera y segunda porciones de célula separadas son rectangulares y tienen un tamaño de preferentemente más de 50 x 100 mm². Particularmente para células solares de gran tamaño, el paso de separar la célula solar en una primera y segunda porciones de célula y orientar y alinear después específicamente esta primera y segunda porciones de célula es beneficioso puesto que sin dicho paso de proceso, el arqueamiento excesivo del sustrato semiconductor al soldar las tiras conectoras de tipo cinta a las disposiciones de almohadillas para soldar podría reducir significativamente el rendimiento de fabricación.

Para separar las células solares de contacto posterior en una primera y segunda porciones de célula, una zanja lineal se puede grabar con láser en el sustrato semiconductor y, posteriormente, el sustrato semiconductor se puede romper mecánicamente a lo largo de esta zanja. Si bien dicho proceso de separación se puede realizar fácilmente para la producción a escala industrial, también se pueden aplicar otros métodos para separar la célula solar de contacto posterior en mitades.

Puede observarse que las posibles características y ventajas de las realizaciones de la presente invención se describen en el presente documento con respecto al método de fabricación propuesto o con respecto al módulo solar propuesto. Un experto en la materia reconocerá que las diversas características pueden combinarse o intercambiarse adecuadamente y las características del método de fabricación pueden realizarse de forma correspondiente en el módulo solar y viceversa para implementar otras realizaciones ventajosas y posiblemente realizar efectos de sinergia.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, las características y ventajas de las realizaciones de la presente invención se describirán con respecto a los dibujos adjuntos. Sin embargo, ni los dibujos ni la descripción se interpretarán como limitantes de la invención.

Las Figuras 1 y 2 muestran vistas superiores en una superficie lateral posterior de células solares de contacto posterior que se pueden usar para métodos de fabricación y módulos solares de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

La Figura 3 muestra una vista superior sobre una superficie lateral posterior de las porciones de célula específicamente orientadas para un módulo solar que se va a fabricar de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 4 muestra una vista superior en una superficie lateral posterior de las células solares interconectadas de un módulo solar de acuerdo con una realización de la presente invención.

Las Figuras 5 y 6 muestran vistas superiores en una superficie lateral posterior de porciones de célula que se utilizarán para un método de fabricación y un módulo solar de acuerdo con las realizaciones alternativas de la presente invención.

Las Figuras son solo esquemáticamente y no están a escala. Las características iguales o similares se designan con los mismos signos de referencia en todas las Figuras.

Descripción de las realizaciones preferidas

Las realizaciones de un método de fabricación y un módulo solar de acuerdo con la presente invención se describirán a continuación con respecto a un ejemplo de realización de células solares de envoltura metálica (MWT). Sin embargo, el método y el módulo solar propuestos se pueden aplicar también a otras células solares de contacto posterior, como por ejemplo, células solares de envoltura del emisor (EWT), células solares de contacto posterior interdigitado (IBC), etc.

Se han desarrollado diversas técnicas y enfoques para fabricar células solares MWT e interconectar una pluralidad de dichas células solares MWT para fabricar un módulo solar. Se puede encontrar una descripción general, por ejemplo, en Florian Clement: "Die Metal Wrap Through Solarzelle - Entwicklung und -Charakterisierung" (publicado electrónicamente en <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/6832/>).

Uno de los principales problemas de la tecnología de células solares MWT de última generación es la complejidad y el coste de fabricación de un módulo. Con frecuencia, las láminas adicionales que llevan patrones complejos de estructuras metálicas impresas sobre las mismas se utilizan para interconectar células solares contiguas dentro de un módulo solar. Para la interconexión de tipo cinta convencional, se deben aplicar pasos de proceso adicionales tal como la aplicación de capas aislantes, o se deben usar cintas no lineales específicas o una cantidad de cintas para interconectar los contactos del emisor y de la base es desigual. Si bien la aplicación de capas aislantes adicionales o el uso de interconectores de tipo cinta de formas complejas pueden aumentar la complejidad y los costes del procesamiento, la provisión de un número desigual de cintas que interconectan los contactos del emisor y de la base puede resultar en una distribución no homogénea del flujo de corriente eléctrica dentro de la célula solar, resultando finalmente en una eficiencia de células solares reducida.

Así mismo, si bien el uso de tiras conectoras de tipo cinta para interconectar células solares en un módulo puede incluir en principio muchas ventajas, como el uso de tecnología bien establecida para soldar tales tiras conectoras a las almohadillas para soldar de la célula solar, disponibilidad económica de tiras conectoras simples, etc., usar tiras conectoras de tipo cinta en las células solares de contacto posterior de un tamaño grande, tal como el tamaño estándar común actualmente de 156 mm x 156 mm, puede resultar en un tremendo arco inducido por las cintas. El material metálico de las cintas y el material semiconductor de la célula solar difieren significativamente en su coeficiente de expansión térmica. Durante un proceso de soldadura, se pueden alcanzar temperaturas de aproximadamente 200 °C, resultando en estrés térmicamente inducido durante el enfriamiento. Debido a tal estrés mecánico, el sustrato semiconductor puede doblarse significativamente en una forma cóncava. El arqueamiento inducido es proporcional, entre otras, a la longitud de las tiras conectoras de tipo cinta, a su sección transversal y a un área de contacto entre las tiras y la célula solar. El arqueamiento inducido puede ser el principal responsable de las pérdidas de rendimiento mecánico durante la fabricación del módulo solar. Por ejemplo, en células solares de tamaño estándar de 156 x 156 mm², el uso de tiras conectoras de tipo cinta de dimensiones de 2 mm x 0,1 mm puede provocar un arco excesivo de más de 4 mm. Para tiras conectoras con una sección transversal aún mayor de 3,5 mm x 0,3 mm, puesto que pueden usarse de forma beneficiosa para reducir las resistencias en serie en las tiras conectoras, puede observarse un arqueamiento excesivo de incluso más de 9 mm. Sin embargo, en la fabricación estándar de módulos solares, se considera que un arco de 2 - 3 mm es el máximo permitido en la producción en masa para evitar la pérdida de rendimiento debido a la rotura durante la extensión y laminación de la cinta.

Por consiguiente, antes de la presente invención, se asumió que el uso de tiras conectoras de tipo cinta para interconectar las células solares de contacto posterior no era una opción para la fabricación de módulos solares a partir de células solares de gran tamaño. Esto es particularmente cierto puesto que las células solares MWT proporcionan normalmente corrientes eléctricas de un 2 a 3 % más altas en comparación con las células solares estándar con barras colectoras en el lado frontal, de modo que cualquier reducción de la sección transversal de las tiras conectoras de tipo cinta daría como resultado problemas de resistencia en serie incluso severos.

Con el método de fabricación así como el módulo solar aquí propuesto, los problemas mencionados anteriormente pueden resolverse o al menos relajarse significativamente. El enfoque propuesto permite el uso de tiras conectoras de tipo cinta lineales simples para interconectar las células solares de contacto posterior. Si bien la célula solar completa se puede producir con un tamaño grande, lo que permite el uso de un procesamiento de células solares industriales de alto rendimiento establecido, se propone aplicar un patrón asimétrico específico de disposiciones de almohadillas para soldar en la superficie lateral posterior de un sustrato semiconductor y separar cada célula solar de contacto posterior en al menos dos porciones de célula antes de disponer las porciones de célula de forma alterna y en una orientación alterna y, finalmente, soldar las tiras conectoras de tipo cinta lineales sobre las disposiciones de almohadillas para soldar alineadas de las porciones de células contiguas. De este modo, tanto el número de tiras conectoras por porción de célula como la longitud de las tiras conectoras pueden reducirse reduciendo así cualquier curvatura del sustrato semiconductor al enfriarse después de soldar las tiras conectoras a las disposiciones de almohadillas para soldar.

Así mismo, puesto que el tamaño de las porciones de célula es significativamente más pequeño, preferentemente la mitad del tamaño de las células solares de contacto posterior no separadas, la corriente eléctrica producida por cada porción de célula es menor que en todas las células solares de contacto posterior. Por consiguiente, las pérdidas de potencia debidas a la resistencia en serie dentro de las tiras conectoras pueden reducirse en un factor de 4.

Las Figuras 1 y 2 son vistas desde arriba de las superficies posteriores de las células solares de contacto posterior con un diseño de 2 y 3 barras colectoras, como pueden usarse para fabricar un módulo solar de acuerdo con una realización de la presente invención.

Un sustrato semiconductor cuadrado 3 de una célula solar de contacto posterior MWT 1 tiene un tamaño de 156 mm x 156 mm. Dicha célula solar MWT 1 comprende los contactos del emisor no solo en una superficie frontal, sino que los contactos del emisor se conducen también a través de orificios pasantes 5 hasta la superficie posterior del sustrato semiconductor 3. En áreas pequeñas adyacentes a estos orificios pasantes 5, las almohadillas para soldar 9 están dispuestas en la superficie posterior del sustrato semiconductor 3. Tanto los contactos del emisor del lado frontal como las almohadillas para soldar 9 que entran en contacto con los contactos 5 del emisor que se conducen a través de los orificios pasantes hacia el lado posterior del sustrato 3 pueden aplicarse usando, por ejemplo, tecnologías de serigrafía y usando, por ejemplo, pastas de serigrafía que contienen plata.

El resto de la superficie posterior del sustrato semiconductor 3, aparte de las áreas de las almohadillas para soldar 9 que contactan con los contactos 5 del emisor, se cubre con un contacto 7 de la base y/o una capa de campo de superficie posterior (BSF). Tanto los contactos 7 de la base como la capa de campo de superficie posterior pueden aplicarse, por ejemplo, mediante serigrafía de una pasta que contiene aluminio sobre toda la superficie posterior del sustrato semiconductor 3 excepto en las regiones de las almohadillas para soldar 9 del emisor. Puesto que una capa de aluminio no se puede soldar, las almohadillas para soldar 11 que comprenden un material soldable tal como un compuesto de plata-aluminio se disponen localmente en los contactos de la base 7.

Tanto la almohadilla para soldar individual a 9 que hace contacto con los contactos 5 del emisor como las múltiples almohadillas para soldar 11 que hacen contacto con el contacto 7 de la base forman disposiciones de almohadillas para soldar 13, 15 que tienen una geometría lineal, es decir, extendiéndose a lo largo de una línea recta. Así mismo, como se muestra en las Figuras, las disposiciones de almohadillas para soldar lineales 13, 15 pueden extenderse paralelas a un eje longitudinal 17 que atraviesa el centro del sustrato semiconductor 3.

Las disposiciones almohadillas para soldar 13, 15 están dispuestas asimétricas con respecto al eje longitudinal 17. En otras palabras, al reflejar una de las disposiciones de almohadillas para soldar 13, 15 en el eje longitudinal 17, no hay una disposición de almohadillas para soldar correspondiente 13, 15 en la posición reflejada, pero, por el contrario, hay una disposición de almohadillas para soldar 15, 13 del otro tipo en esta posición.

Cuando se fabrica un módulo solar a partir de una pluralidad de células solares de contacto posterior 1, como se muestra en las Figuras 1 o 2, después de procesar toda la célula solar 1 en su gran tamaño original y aplicar almohadillas para soldar 9, 11 en las ubicaciones deseadas, cada célula solar 1 está separada en dos porciones de célula 19, 21 a lo largo de una línea 23 perpendicular al eje longitudinal 17 del sustrato semiconductor 3. Preferentemente, la línea de separación 23 se coloca en el medio del sustrato semiconductor 3 de forma que las dos porciones de célula 19, 21 son mitades de la célula solar original 1 y tienen los mismos tamaños.

La célula solar 1 puede separarse generando en primer lugar una zanja lineal a lo largo de la línea de separación 23 utilizando, por ejemplo, un láser. Tal zanja de separación puede no atravesar todo el espesor del sustrato

semiconductor 3 pero puede tener una profundidad de, por ejemplo, entre 10 y 100 μm . Posteriormente, la célula solar 1 puede romperse a lo largo de esta zanja en la que la zanja sirve como una línea de ruptura predeterminada.

Si bien tal proceso de separación utiliza una zanja trazada con láser y posteriormente rompe mecánicamente el sustrato 3 a lo largo de esta zanja parece proporcionar ventajas cuando se incorpora a un procedimiento de fabricación a escala industrial, otras técnicas para separar la célula solar 1 como aserrado, grabado, etc. se pueden aplicar.

Después de haber separado la célula solar 1 en la primera y segunda porciones de célula 19, 21, estas primera y segunda porciones de célula están dispuestas alternativamente a lo largo de una línea como se muestra esquemáticamente en las Figuras 3 y 4. Aquí, cada primera porción de célula 19 está dispuesta en una primera orientación y las segundas porciones de célula 21 dispuestas en lados opuestos de la primera porción de célula 19 están dispuestas en una orientación opuesta, es decir, giradas 180° .

Debido a tal disposición y orientación alternativas de la primera y segunda porciones de célula 19, 21 y debido al diseño asimétrico específico de las disposiciones de almohadillas para soldar 13, 15 dispuestas en los contactos 5 del emisor y los contactos 7 de la base, respectivamente, las porciones de célula 19, 21 pueden disponerse de tal forma que una disposición de almohadillas para soldar 13 de los contactos del emisor en una primera porción de célula 19 pueda alinearse linealmente con una disposición de almohadillas para soldar 15 de los contactos de la base en una segunda porción de célula contigua 21, y viceversa, como se muestra en la Figura 3.

Por consiguiente, como se muestra en la Figura 4, se pueden disponer tiras conectoras de tipo cinta lineal 25 sobre las disposiciones de almohadillas para soldar alineadas 13, 15 de la primera y segunda porciones de célula contiguas 19, 21 y conectadas eléctricamente a las mismas, por ejemplo, mediante un procedimiento de soldadura. La tira conectora 25 puede ser una cinta lineal simple como se usa convencionalmente para interconectar células solares que tienen contactos del emisor en un lado frontal y contactos de la base en un lado posterior. Las cintas pueden tener un núcleo de cobre altamente conductor encerrado por un material soldable como la plata.

Las Figuras 5 y 6 visualizan las densidades de flujo de corriente eléctrica dentro de la base en el lado posterior de una porción de célula 17, 19.

Como se puede ver en las Figuras 1 y 2, las disposiciones de almohadillas para soldar 13 de los contactos del emisor se extienden continuamente desde un primer extremo dispuesto cerca de un primer borde 27 del sustrato semiconductor 3 hasta un segundo extremo cerca de un segundo borde 31 del sustrato semiconductor 3. Sin embargo, la disposición de almohadillas para soldar 13 no llega directamente al primer y segundo bordes 27, 31, sino que el primer y segundo extremos de la disposición de almohadillas para soldar 13 están separados de estos bordes 27, 31 por una cierta distancia, formando así un espacio 33 entre los extremos de la disposición de almohadillas para soldar 13 y el borde asociado 27, 31. Sin embargo, la disposición de almohadillas para soldar 13 se extiende desde el primer extremo continuamente a través de una región central hasta el segundo extremo de forma que cruza la línea de separación 23.

Por consiguiente, como se muestra en las Figuras 5 y 6, la disposición de almohadillas para soldar 13 de los contactos del emisor tiene un extremo del mismo separado de un primer borde superior 23 por un espacio 33, pero alcanza un borde inferior opuesto 29 de la porción de célula 17, 19 directamente, es decir, sin ningún espacio.

Tal diseño de la disposición de almohadillas para soldar 13 del emisor puede tener dos efectos. En primer lugar, una tira conectora 25 dispuesta en la parte superior de la disposición de almohadillas para soldar 13 del emisor como se muestra en la Figura 4 no tiene riesgo de entrar en contacto eléctrico con porciones de la base o el contacto de la base de la respectiva porción de célula. Por tanto, no hay riesgo de cortocircuito. En segundo lugar, la corriente eléctrica generada dentro de un área adyacente a la disposición de almohadillas para soldar 13 del emisor en la que no hay almohadillas para soldar 11 de la base puede fluir a través del espacio 33 hacia la disposición de almohadillas para soldar 15 de la base como se muestra con las flechas 37 en la Figura 5. Por consiguiente, no hay necesidad de proporcionar disposiciones de almohadillas para soldar 15 de la base en ambos lados de una disposición de almohadillas para soldar 13 del emisor.

Para mejorar aún más la recolección de corriente dentro de la base de la célula solar, pueden proporcionarse dedos metálicos adicionales 39 que se extienden desde una disposición de almohadillas para soldar 15 de un contacto de la base en un área 35. Por consiguiente, estos dedos metálicos 39 se extienden desde la disposición de almohadillas para soldar 15 de la base dispuesta en el lado derecho de la disposición de almohadillas para soldar 13 del emisor contigua a través del espacio 33 en la región 35 en el lado izquierdo opuesto de la disposición de almohadillas para soldar 13 del emisor contigua, acortando así cualquier trayectoria de corriente como se visualiza con las flechas 41. Los dedos metálicos 39 pueden tener una conductividad eléctrica significativamente más alta que el contacto de la base o que el campo de la superficie posterior proporcionado en la superficie posterior del sustrato semiconductor 3.

En resumen, el método de fabricación y el módulo solar propuestos permiten una interconexión de células simple y económica utilizando tiras conectoras de tipo cinta lineal estándar al tiempo que minimiza cualquier arqueamiento del sustrato semiconductor 3 y minimiza las pérdidas de resistencia en serie. Una característica clave de las realizaciones

de la presente invención se puede ver en la separación de una célula solar de contacto posterior 1 de gran tamaño en las porciones 17, 19, por ejemplo, al cortar en mitades, y proporcionar un diseño asimétrico específico para las disposiciones de almohadillas para soldar, lo que permite que la primera y la segunda porciones de célula 17, 19 resultantes puedan disponerse alternativamente y alinearse entre sí de modo que las tiras conectoras de tipo cinta lineal 25 se puedan soldar en las disposiciones de almohadillas para soldar asociadas 13, 15.

Se observará que las realizaciones de la presente invención se describen en el presente documento solo con respecto a las características sustanciales y los pasos de procesamiento. Un experto en la materia se dará cuenta de que, en un método de fabricación, pueden añadirse más pasos de procesamiento o algunos de los pasos de procesamiento descritos pueden reemplazarse por pasos de procesamiento equivalentes para fabricar la célula solar. De forma similar, un experto en la materia se dará cuenta de que el módulo de célula solar propuesto puede comprender características y componentes adicionales a las características descritas en el presente documento o como reemplazos equivalentes.

Finalmente, cabe destacar que el término "comprendiendo" no excluye otros elementos o pasos y el uso de los artículos "uno" o "una" no excluye una pluralidad. También se pueden combinar elementos descritos en asociación con diferentes realizaciones. También cabe destacar que los signos de referencia en las reivindicaciones no deben interpretarse como limitantes del alcance de las reivindicaciones.

Lista de signos de referencia

- 1 célula solar de contacto posterior
- 3 sustrato semiconductor
- 5 contactos del emisor
- 7 contactos de la base
- 9 almohadilla para soldar del emisor
- 11 almohadillas para soldar de la base
- 13 disposición de almohadillas para soldar del emisor
- 15 disposición de almohadillas para soldar de la base
- 17 eje longitudinal
- 19 primera porción de célula
- 21 segunda porción de célula
- 23 línea de separación
- 25 tira conectora lineal de tipo cinta
- 27 primer borde
- 29 segundo borde de la porción de célula
- 31 segundo borde de la célula solar
- 33 espacio
- 35 región sin disposición de almohadillas para soldar de la base
- 37 flechas de flujo de corriente
- 39 dedos metálicos
- 41 flechas de flujo de corriente

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un módulo solar, comprendiendo el método:

- 5 - proporcionar una pluralidad de células solares de contacto posterior (1) que tienen contactos del emisor y contactos de la base en una superficie posterior de un sustrato semiconductor (3) y disposiciones de almohadillas para soldar (13, 15) aplicadas sobre los contactos del emisor y los contactos de la base, en donde cada disposición de almohadillas para soldar (13, 15) comprende una o más almohadillas para soldar (9, 11) dispuestas linealmente y
- 10 en donde las disposiciones de almohadillas para soldar (13, 15) están dispuestas en la superficie posterior del sustrato semiconductor (3) asimétricamente con respecto a un eje longitudinal (17) del sustrato semiconductor (3);
- separar cada una de las células solares de contacto posterior (1) en primera y segunda porciones de célula (19, 21) a lo largo de una línea (23) perpendicular al eje longitudinal (17) del sustrato semiconductor (3);
- 15 - disponer la pluralidad de primera y segunda porciones de célula (19, 21) de las células solares de contacto posterior (1) alternativamente a lo largo de una línea de modo que las segundas porciones de célula (21) estén dispuestas en una orientación de 180° con respecto a las primeras porciones de célula (19) y de tal forma que las disposiciones de almohadillas para soldar (13, 15) de los contactos del emisor y de los contactos de la base de las primeras porciones de célula (19) estén alineadas con las disposiciones de almohadillas para soldar (15, 13) de los contactos de la base y de los contactos del emisor de las segundas porciones célula (21), respectivamente;
- 20 - conectar eléctricamente la pluralidad de primera y segunda porciones de célula (19, 21) de las células solares de contacto posterior (1) en serie al

- 25 disponer una tira conectora lineal de tipo cinta (25) encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal (13) de un contacto del emisor de cada primera porción de célula (19) y encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal alineada (15) de un contacto de la base de una segunda porción de célula (21) contigua a la primera porción de célula (19) (19) respectiva en un lado, y al
- disponer una tira conectora lineal de tipo cinta (15) encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal (15) de un contacto de la base de la primera porción de célula (19) respectiva y encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal alineada (13) de un contacto del emisor de una segunda porción de célula (21)
- 30 contigua a la primera porción de célula (19) respectiva en un lado opuesto, y al conectar eléctricamente las tiras conectoras (25) a las disposiciones de almohadillas para soldar subyacentes (13, 15).

35 2. El método de la reivindicación 1, en el que no hay interpuesta ninguna capa de aislamiento entre cada una de las tiras conectoras (25) y los contactos del emisor y de la base.

40 3. El método de una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que, antes de separar una célula solar de contacto posterior (1), la disposición de almohadillas para soldar (13) de un contacto de emisor se extiende continuamente desde un primer extremo dispuesto cerca de un primer borde (27) del sustrato semiconductor (3) a través de una región central del sustrato semiconductor (3) hasta un segundo extremo dispuesto cerca de un segundo borde (31) del sustrato semiconductor, en donde el primer extremo y el segundo extremo están separados del primer borde (27) y del segundo borde (31), respectivamente, entre un 2 y un 48 % de la distancia entre el primer y el segundo borde (27, 31).

45 4. El método de una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las células solares de contacto posterior (1) se separan en primera y segunda porciones de célula (19, 21) trazando con láser una zanja lineal en el sustrato semiconductor (3) y rompiendo después mecánicamente la célula solar (1) a lo largo de la zanja 20.

50 5. El método de una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada célula solar de contacto posterior (1) tiene un tamaño de más de 100 x 100 mm².

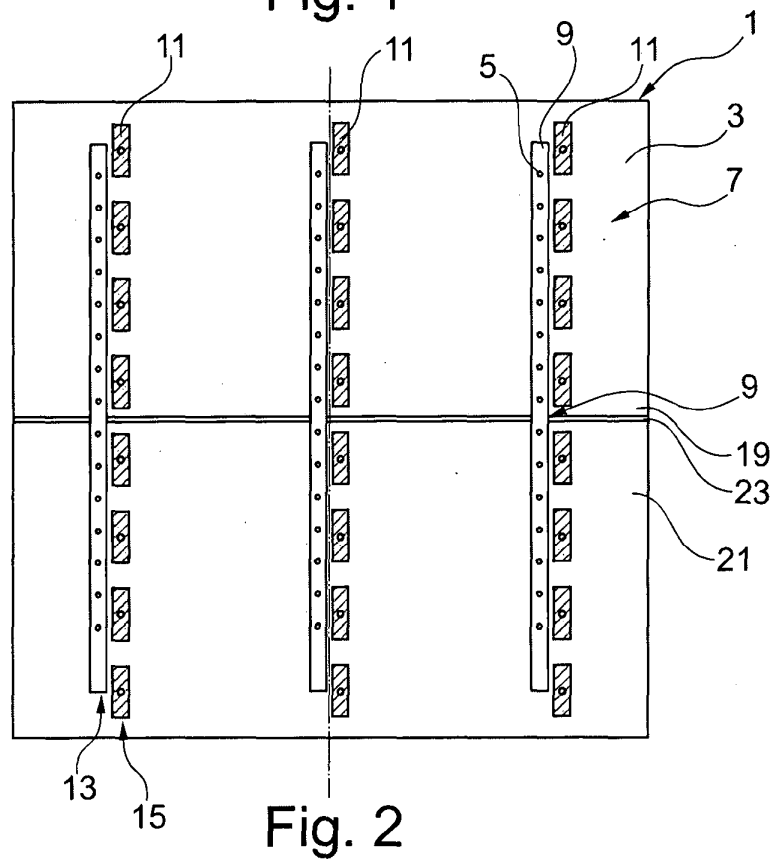
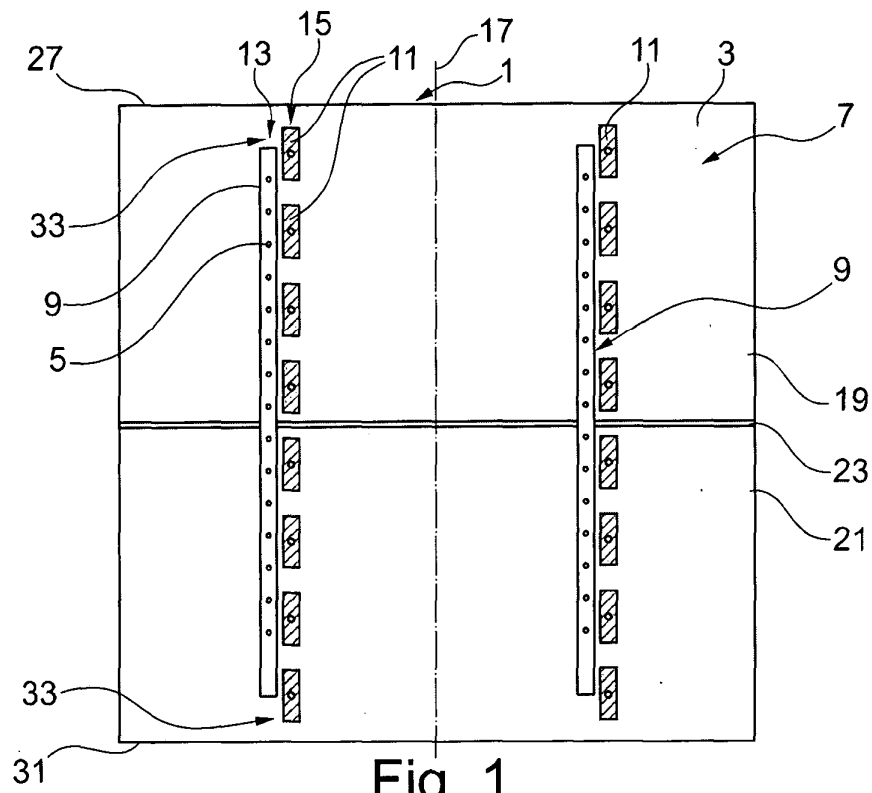
6. El método de una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que las tiras conectoras (25) se sueldan a las disposiciones de almohadillas para soldar subyacentes (13, 15).

55 7. Un módulo solar que comprende una pluralidad de primera y segunda porciones de célula (19, 21) de células solares de contacto posterior (1), dispuestas a lo largo de un eje longitudinal (17) de un sustrato semiconductor, en donde la primera y segunda porciones de célula se obtienen separando cada una de las células solares de contacto posterior a lo largo de una línea (23) perpendicular al eje longitudinal (17) de un sustrato semiconductor; en donde disposiciones de almohadillas para soldar están dispuestas en la superficie posterior del sustrato semiconductor (3) asimétricamente con respecto al eje longitudinal (17) del sustrato semiconductor;

60 en donde cada una de las primera y segunda porciones de célula (19, 21) comprende disposiciones de almohadillas para soldar (13, 15) en la parte superior de cada uno de los contactos del emisor y los contactos de la base, comprendiendo cada una de las disposiciones de almohadillas para soldar (13, 15) una o más almohadillas para soldar (9, 11) dispuestas linealmente y estando las disposiciones de almohadillas para soldar (13, 15) dispuestas en la superficie posterior del sustrato semiconductor (3) asimétricamente con respecto a un eje longitudinal (17) del sustrato semiconductor (3);

65 en donde la pluralidad de primera y segunda porciones de célula (19, 21) de las células solares de contacto posterior

- (1) están dispuestas alternativamente a lo largo de una línea de tal modo que las segundas porciones de célula (21) están dispuestas en una orientación de 180° con respecto a las primeras porciones de célula (19) y de tal manera que las disposiciones de almohadillas para soldar (13, 15) de los contactos del emisor y de los contactos de la base de las primeras porciones de célula (19) estén alineadas con las disposiciones de almohadillas para soldar (15, 13) de los contactos de la base y de los contactos del emisor de las segundas porciones de célula (21), respectivamente; y en donde la pluralidad de primera y segunda porciones de célula (19, 21) de las células solares de contacto posterior (1) están conectadas en serie por tiras conectoras de tipo cinta lineales (25) cada una dispuesta encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal (13) de un contacto del emisor de cada primera porción de célula (19) y encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal alineada (15) de un contacto de la base de una segunda porción de célula (21) contigua a la primera porción de célula (19) respectiva en un lado y por tiras conectoras de tipo cinta lineales (25), estando cada una de ellas dispuesta encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal (15) de un contacto de la base de la primera porción de célula (19) respectiva y encima de una disposición de almohadillas para soldar lineal alineada (13) de un contacto del emisor de una segunda porción de célula (21) contigua a la primera porción de célula (19) respectiva en un lado opuesto, en donde no hay interpuesta ninguna capa de aislamiento entre cada una de las tiras conectoras (25) y los contactos del emisor y de la base.
8. El módulo solar de la reivindicación 7, en el que la célula solar de contacto posterior (1) es una célula solar envolvente de metal.
9. El módulo solar de una de las reivindicaciones 7 a 8, en el que cada una de las primera y segunda porciones de célula (19, 21) es rectangular y tiene un tamaño de más de 50 x 100 mm².
10. El módulo solar de una de las reivindicaciones 7 a 9, en el que la disposición de almohadillas para soldar (13) de un contacto del emisor se extiende continuamente desde un primer extremo dispuesto cerca pero separado a un primer borde (27) de una porción de célula (19, 21) hasta un segundo extremo dispuesto en un segundo borde opuesto (29) de la porción de célula (19, 21), en donde el primer extremo está separado del primer borde (27) entre un 4 y un 96 % de la distancia entre el primer y el segundo borde (27, 29).
11. El módulo solar de la reivindicación 10, en el que los dedos metálicos (39) se extienden desde una disposición de almohadillas para soldar (15) de un contacto de la base dispuesto en un lado de la disposición de almohadillas para soldar continua (13) de un contacto del emisor a través de un espacio (33) entre la disposición de almohadillas para soldar continua (13) del contacto del emisor y el primer borde (27) hasta una región (35) en un lado opuesto de la disposición de almohadillas para soldar continua (13) del contacto del emisor.



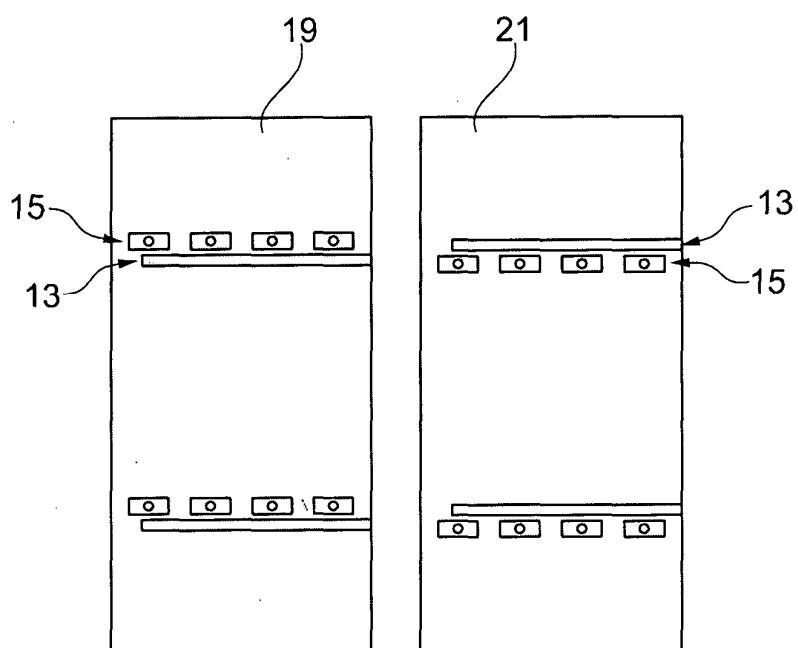


Fig. 3

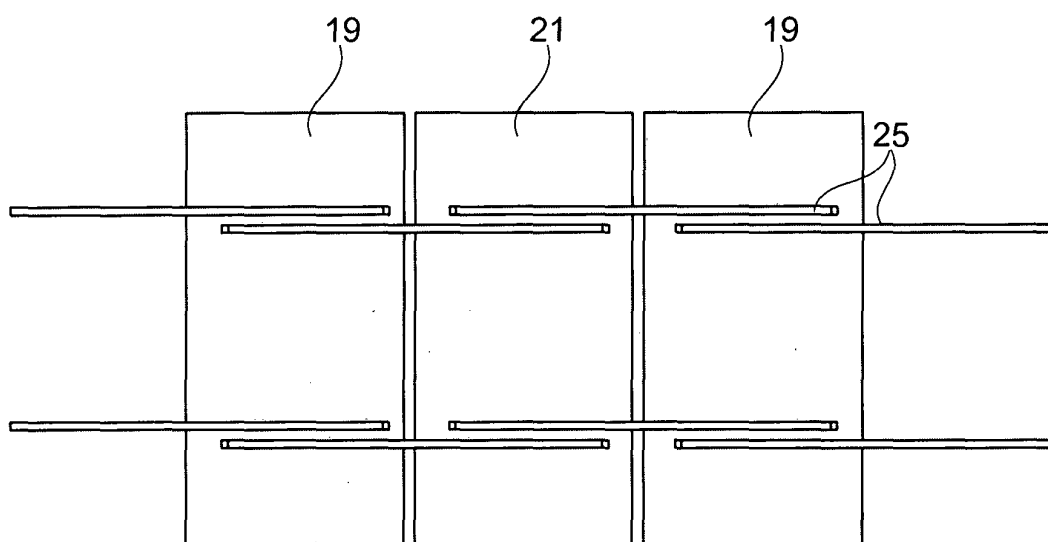


Fig. 4

