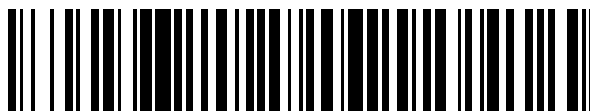


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 126**

51 Int. Cl.:

H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2007** **PCT/IB2007/000428**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2007** **WO07096752**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2007** **E 07713054 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016** **EP 1992018**

54 Título: **Procedimiento de acoplamiento de células fotovoltaicas y película que permite su puesta en marcha**

30 Prioridad:

22.02.2006 WO PCT/IB2006/000367

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.07.2017

73 Titular/es:

SES SOCIETE D'ENERGIE SOLAIRE SA (100.0%)
ROUTE DE SAINT-JULIEN 129
1228 PLAN LES OUATES, CH

72 Inventor/es:

HADORN, JEAN-CHRISTOPHE;
OUZILLOU, OLIVIER;
CRISAFULLI, SANDRINE y
LEU, SYLVÈRE

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 621 126 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

Procedimiento de acoplamiento de células fotovoltaicas y película que permite su puesta en marcha

- 5 La presente invención es relativa al campo de las células fotovoltaicas, más particularmente a un procedimiento de acoplamiento eléctrico de las células que se integra en el procedimiento de fabricación de paneles solares y que permite automatizar dicho procedimiento de fabricación. El procedimiento objeto de la invención utiliza una película dúctil para realizar las conexiones de las células entre sí y permite así aumentar la cadencia de fabricación de los paneles solares, ofrecer una calidad mejor de soldaduras realizadas respetando el medio ambiente. La invención
- 10 tiene igualmente por objeto unos paneles solares directamente obtenidos por el procedimiento de fabricación objeto de la invención así como una película dúctil que permite la puesta en marcha del procedimiento de conexión de las células entre sí. Otro objeto de la invención es relativo a la utilización de dicha película dúctil para realizar el sistema de conexión periférico de los paneles solares realizados según procedimientos tradicionales.
- 15 Los módulos fotovoltaicos permiten elevar la corriente baja y la tensión baja de las células fotovoltaicas aisladas por medio de un acoplamiento en paralelo y en serie de dichas células con el fin de obtener una tensión de servicio utilizable.
- 20 El estado de la técnica comprende un procedimiento de acoplamiento en serie, o en serie y en paralelo, de las células fotovoltaicas que consiste en soldar unas bandas de conexión entre los polos positivos, generalmente situados en la cara trasera de la célula, y los polos negativos, generalmente situados en la cara delantera de dicha célula con el fin de acoplar eléctricamente dos células adyacentes.
- 25 El acoplamiento de varias células dispuestas de manera adyacente las unas con respecto a las otras de forma que obtiene una banda generalmente de 8 a 12 células que utiliza este procedimiento de soldadura es largo y delicado.
- Existen células fotovoltaicas cuyos polos positivos y negativos están exclusivamente situados en la cara trasera de la célula. Para estas células, otro procedimiento de acoplamiento eléctrico de estas células fotovoltaicas entre sí, que forma parte igualmente del estado de la técnica, consiste en realizar los sistemas de conexión ya sea por patas o por elementos llamados huesecillos que están constituidos por una aleación metálica. Este procedimiento es delicado, a menudo manual y por tanto lento y puede dañar células de espesor escaso.
- 30 El documento US 4133697 divulga un dispositivo que comprende un circuito impreso sobre el que se sueldan células fotovoltaicas. El dispositivo permite una cierta automatización del procedimiento de soldadura. La desventaja de este procedimiento proviene esencialmente del hecho de que las soldaduras deben ser efectuadas en las caras delantera y trasera del circuito impreso lo que hace la operación más delicada. Estas soldaduras se realizan por una lámpara de infrarrojos lo que no permite asegurar una calidad óptima de las soldaduras y presenta un riesgo de dañar las células fotovoltaicas.
- 35 El documento US 4173820 divulga los paneles solares y un procedimiento de formación de una banda de matriz solar flexible adaptada para ser almacenada en un rollo enrollado en hélice.
- 40 El objeto de la presente invención es proponer una película de soporte dúctil adaptada a un procedimiento de acoplamiento de células fotovoltaicas, permitiendo dicha película simplificar la automatización del acoplamiento eléctrico de dichas células. La utilización de esta película dúctil permite la realización del acoplamiento eléctrico de las células mediante la puesta en marcha de un procedimiento de soldadura por ola que mejora de forma significativa la productividad y disminuye el tiempo de fabricación de módulos fotovoltaicos ofreciendo una fiabilidad mayor de los sistemas de conexión.
- 45 Otro objeto de la invención es realizar la conexión eléctrica de las células entre sí y hacia el exterior sin tener recursos con una soldadura de plomo tal que es utilizada en ese momento en la industria fotovoltaica. Los paneles solares obtenidos por el procedimiento según la invención están exentos de plomo lo que facilita su reciclaje y disminuye los costes de fabricación.
- 50 Conforme a la invención, este objeto se logra gracias a un procedimiento de acoplamiento de las células según la reivindicación 1.
- 55 La película de soporte dúctil comprende un macrocircuito impreso en una de estas caras y acoge las células fotovoltaicas en la otra de las caras. La película de soporte comprende una pluralidad de orificios pasante dispuestos de manera que coinciden con puntos de conexión, situados en la cara trasera de dichas células, con el fin de permitir una soldadura/soldadura blanda automatizada en la miniola selectiva que asegura el acoplamiento eléctrico de las células fotovoltaicas a través del macrocircuito impreso.
- 60 Otras características de la invención se exponen en las reivindicaciones y volverán a salir en la descripción que sigue.
- 65

Un modo de ejecución principal de la invención va ahora a ser descrito a título de ejemplo, nulamente limitativo refiriéndose a las figuras esquemáticas adjuntas, en las que:

- la figura 1 representa una vista en despiece ordenado en perspectiva de un módulo fotovoltaico constituido por células con contactos en la cara trasera, de la película de soporte, de las películas de encapsulación y de películas protectoras,

- la figura 2 representa una vista desde arriba de la película de soporte que comprende orificios metalizados que corresponden a puntos realizados por soldadura/soldadura blanda,

- la figura 3 representa una vista desde arriba de la película de soporte sobre la que están dispuesta las células fotovoltaicas,

- la figura 4 representa una vista desde abajo de la película de soporte que comprende el macrocircuito impreso, dicha película estando representada en transparencia de manera que pueden visualizarse las células fotovoltaicas,

- la figura 5 representa una vista desde abajo de una célula fotovoltaica con los puntos de conexión,

- la figura 6 representa una vista en corte parcial de una soldadura,

- la figura 7 representa una vista del lado opuesto a las células de cuatro películas de soporte ensambladas entre sí destinadas a recibir 72 células fotovoltaicas para constituir un módulo,

- la figura 8 ilustra dos células con contactos delanteros y traseros conectados en serie,

- la figura 9 representa esquemáticamente un módulo compuesto de células tales como las ilustradas en la figura 8 y obtenido por un procedimiento tradicional, en el que los sistemas de conexión periféricos han sido realizados,

- la figura 10 representa un módulo compuesto de células con contactos traseros, obtenido por un procedimiento tradicional y que ilustra igualmente los sistemas de conexión periféricos,

- la figura 11 es una ampliación parcial de la figura 10,

- la figura 12 ilustra un módulo compuesto de células con contactos traseros fabricado por un procedimiento tradicional para conectar las células entre sí y en el que los sistemas de conexión periféricos se realizan a través de una película dúctil dotada de un circuito impreso,

- la figura 13 representa una vista desde arriba respectivamente desde abajo de células terminales con contactos delanteros y traseros,

- la figura 14 representa un módulo de células con contactos delanteros y traseros en el que los sistema de conexión periféricos se realizan mediante la utilización de dos bandas de una película dúctil dotada de un circuito impreso,

- la figura 15 es una vista de una caja de enlace destinada a equipar el dorso de los paneles solares,

- la figura 16 ilustra esquemáticamente el dorso de un panel solar en el que está conectada una caja de enlace.

La industria fotovoltaica se beneficia hoy de una derogación con respecto a las normas europeas de soldadura blanda sin plomo RoHs ya que los procedimientos actuales no permiten ni una buena adherencia de la célula, ni una buena adherencia a largo plazo. El procedimiento de fabricación objeto de la invención palia este problema y hace el procedimiento particularmente atractivo cuando se consideran los costes de reciclaje de los módulos. En efecto ya no es necesario practicar un reciclaje oneroso y complicado para eliminar el plomo de los paneles solares fabricados si se tienen recursos en el procedimiento de la invención. Este procedimiento permite igualmente suprimir una etapa completa durante la fabricación industrial de módulos fotovoltaicos. Todos los sistemas de conexión periféricos pueden de aquí en adelante ser realizados en una sola etapa en el dorso de la película.

En los procedimientos conocidos, las cintas que aseguran el sistema de conexión periférico de las células deben ser aisladas con el fin de evitar arcos eléctricos y con el fin igualmente de permitir el empalme hacia la caja de enlace situada en el dorso de los módulos. Las etapas necesarias para la conexión periférica tradicional y su aislamiento son eliminadas lo que representa una ganancia de tiempo y de fiabilidad significativa. Se señalará igualmente que la etapa del procedimiento de fabricación relativa a los sistemas de conexión periféricos por película puede aplicarse tanto a las células con contactos traseros como a las células que presentan contactos delanteros y traseros.

Una técnica de soldadura utilizada en otros campos es la conocida bajo el nombre de soldadura blanda por ola cuyo principio es soldar con ayuda de una ola que pasa a través de un orificio metalizado. Este método es rápido, se presta bien a la automatización y da buenos resultados. Esta técnica se utiliza en particular para la fabricación de

circuitos integrados pero sin embargo jamás ha podido ser utilizado en la fabricación de paneles solares principalmente a causa del hecho de que las temperaturas de los baños de soldadura son demasiado elevadas y dañan las células fotovoltaicas durante su soldadura. Esto es tanto más cierto cuando se desea realizar una soldadura blanda sin plomo que impone un aumento de la temperatura del baño de 30 a 40 grados con respecto a una soldadura blanda tradicional con estaño/plomo. Cuando las células son expuestas a una temperatura demasiado elevada, se constata la aparición de microfisuras y una deformación en las células lo que disminuye considerablemente su vida útil. En los procedimientos de soldadura/soldadura blanda sin plomo, el remojo es igualmente menos bueno que el de la soldadura tradicional con el estaño/plomo.

Para resolver estos problemas y con el fin de poder poner en marcha una técnica de soldadura blanda por ola sin plomo para realizar las conexiones de los contactos traseros de las células fotovoltaicas entre sí, en primer lugar ha sido necesario preparar una película dúctil multicapa que presenta las características requeridas para a la vez resistir a las temperaturas elevadas de los baños de soldadura sin plomo y ofrecer las características eléctricas, mecánicas y de longevidad indispensables en la fabricación de los módulos de paneles solares, pudiendo recibir pistas conductoras de cobre.

Según el modo de ejecución ilustrado en la figura 4, el macrocircuito imprimido 105 realizado en la película 103 de soporte, en el que son fijadas por soldadura blanda las células fotovoltaicas 102, asegura la conexión eléctrica entre dichas células 102.

Las células fotovoltaicas 102 utilizadas en el procedimiento objeto de la presente invención son células cuyos puntos de conexión se sitúan exclusivamente en sus caras traseras.

Preferentemente, el soporte dúctil o película 103 es realizado por un acoplamiento de dos capas de materiales que presentan propiedades diferentes. La capa superior de esta película 103 es preferentemente de polifluoruro de vinilo vendido por ejemplo bajo la marca Tedlar®. Este material presenta las siguientes características:

- excelente resistencia mecánica,
- resistencia a la intemperie,
- resistencia a los rayos ultravioletas y a la humedad.

El Tedlar® presenta por otro lado una excelente estabilidad en el tiempo, y su utilización es reconocida por la industria fotovoltaica.

La capa inferior estará preferentemente constituida por un material aislante y resistente a temperaturas elevadas tales como las que se encuentran en las operaciones de soldadura blanda por ola. Un material tal como el Mylar® por ejemplo posee características que lo vuelven ventajoso en comparación con otros materiales en la óptica de una aplicación industrial del procedimiento según la invención. El Mylar® presenta las características siguientes:

- una excelente resistencia química, una resistencia al aceite, a las grasas y a la humedad. Se adapta particularmente al procedimiento de metalización, de impresión o de embutido. Esta propiedad es una ventaja mayor para recibir pistas de cobre por diferentes reacciones químicas o de vaporización.
- resiste a los esfuerzos mecánicos (desgarros) lo que lo hace utilizable en un procedimiento contenido y rápido de rollo a rollo
- se combina fácilmente con otros materiales lo que permite su acoplamiento sin dificultad, por ejemplo por laminado, al Tedlar® o a una película de cobre.
- resiste particularmente bien a las fuertes temperaturas lo que autoriza su utilización en condiciones de temperatura elevadas impuestas por los procedimientos de soldadura sin plomo.
- es además un excelente aislante eléctrico.
- es en definitiva estable lo que permite considerar su utilización en módulos solares durante un periodo superior a 25 años.

El acoplamiento del Tedlar® con el Mylar® combina las ventajas de los dos materiales. El Tedlar® en la cara delantera expuesta a la luz solar ofrece una película resistente a los rayos ultravioletas y a la intemperie y presenta una excelente resistencia mecánica. El Mylar® en la cara trasera permite la realización de las conexiones eléctricas por un procedimiento de soldadura blanda por ola sin plomo.

Gracias a las propiedades de estos dos materiales, se obtiene una película dúctil y de poco espesor lo que permite evitar la aparición de microfisuras en las células.

Numerosos ensayos han permitido dimensionar los parámetros óptimos para la realización de la película dúctil 103. A título de ejemplo no limitativo, una capa de Tedlar® cuyo espesor está comprendido entre 15 y 45 micrones, preferentemente 25 micrones, acoplada a una capa de Mylar® de 75 a 125 micrones, preferentemente 100 micrones, ha dado excelentes resultados. La película dúctil y fina 103 así obtenida puede ser utilizada en el procedimiento de soldadura blanda por ola descrita más adelante.

Para realizar la película dúctil 103 que comprende el macrocircuito impreso 105 en su cara inferior ilustrada en la figura 4 por ejemplo, se monta una capa de Tedlar® y una capa de Mylar® como se explica anteriormente, estas dos capas son entonces intecaladas entre dos capas de cobre de un espesor de unos 35 micrones y después las cuatro capas son solidarizadas por laminado por ejemplo. Un procedimiento clásico es después utilizado para realizar el circuito impreso 105 situado en la capa de Mylar® elevando las porciones de cobre que no forman parte del circuito a realizar. La capa de cobre superior no sirve en la práctica más que para permitir la metalización de los orificios 104 de conexión, así como para hacer aparecer pastillas al nivel del punto de soldadura con el fin de concentrar el calor y evitar que el estaño del baño de soldadura blanda pase bajo la célula. Preferentemente, las pastillas al nivel del punto de soldadura comprenderán frenos térmicos que favorecen la concentración del calor en el punto de soldadura y evitan la disipación de calor hacia las células y la banda de cobre. La capa de cobre superior residual es entonces eliminada para dejar aparecer el Tedlar® en la cara delantera de la película.

Se pueden practicar unos orificios en las capas de la película 103 no recibiendo las pistas de cobre para permitir una mejor circulación del encapsulante durante la etapa de laminado.

El macrocircuito impreso 105 es en lo que a él se refiere realizado por eliminación de una parte del cobre que recubre el Mylar® para formar las pistas de conexión que permiten la interconexión de las células entre sí así como las conexiones periféricas para unir la caja 116 de enlace generalmente situada en la cara trasera de los módulos solares (figura 19).

Es evidente que otros materiales que presentan las características esenciales mencionadas anteriormente podrían ser utilizados para formar la película dúctil 103. Actualmente, el acoplamiento Tedlar®/Mylar® presenta la relación calidad/precio más favorable a una industrialización.

Las células fotovoltaicas 102 se disponen en la cara delantera de la película 103 de soporte opuesta a la cara que comprende el macrocircuito impreso 105. Esta cara delantera comprende varios orificios metálicos 104 tal como el ilustrado por la figura 2. Estos orificios 104 están dispuestos de manera que coinciden con los puntos 107 de conexión (figura 5) de dichas células 102.

Los puntos 107 de conexión de las células fotovoltaicas 102 están actualmente situados preferentemente en alineación de tres de manera equidistante de una y otra parte de dicha célula (figura 5), pero puede ser de número y de emplazamiento cualquiera en el presente procedimiento.

Los orificios 104 se disponen en la película 103 de soporte con el fin de coincidir con estos puntos 107 cuando las células 102 son posicionadas en dicha película 103. Estos orificios 104 son metalizados que favorecen la soldadura blanda por capilaridad del metal 126 de aporte.

La cara trasera de la película 103 tal como la ilustrada por la figura 4 comprende dicho circuito impreso 105 constituido de pistas 106 de cobre realizadas por un procedimiento de impresión de circuitos, las pistas 106 siendo optimizadas según cada tipo de células y su número de manera que se conectan las células 102 en serie. Estas pistas 106, que son generalmente de cobre estañado, son dimensionadas para soportar las tensiones en marcha normal y de ruptura de las células fotovoltaicas 102. La totalidad de los orificios 104 están recubiertos por o unidos a dichas pistas 106 de manera que se puede realizar el acoplamiento eléctrico de la totalidad de las células 102 dispuestas en la cara delantera de la película 103 de soporte.

Para evitar las proyecciones de material durante la operación de soldadura blanda por ola, las partes de las pistas 106 que no coinciden con un orificio 104 serán preferentemente recubiertas por una película protectora.

El circuito impreso se concibe generalmente de manera que se puede recibir una tabla constituida por dos n X 2 células y asegurar la interconexión de estas.

La interconexión eléctrica de dichas células 102 permite producir módulos de diferentes tamaños. Estos están generalmente compuestos de dichas células encapsuladas entre dos placas de vidrio o entre una placa de vidrio y una película de plástico. Por regla general, los módulos utilizados como teja solar están constituidos por 6 células fotovoltaicas (figura 1, 3, y 4) mientras que un módulo o panel solar corriente está constituido por ejemplo por 72 células.

Para este tipo de módulo, una sola película 103 de soporte puede ser realizada en el mismo principio. No obstante, con las máquinas para soldadura blanda existentes, hay que trabajar en 4 cuartos. Las 4 películas 103 de soporte se

disponen una junto a la otra como las ilustradas por la figura 7, dichas películas 103 volviéndose solidarias las unas con respecto a las otras mediante lengüetas 115 de conexión soldadas a las diferentes películas 103.

Según el tipo de módulos fabricados, es igualmente posible trabajar en otras configuraciones en función del número de células colocadas. En todos los casos la película 103 puede ser precortada o entregada en un solo rollo.

El procedimiento de fabricación de los módulos solares objeto de la presente invención va ahora a ser descrito en detalle. Comprende las etapas siguientes:

- 10 - desenrollamiento de la película dúctil 103 en continuo o a través de un carro de transporte,
- parada de la película dúctil 103 al nivel de una máscara de soldadura, dicha máscara estando ajustada contra la cara de la película que comprende el macrocircuito impreso 105 con el fin de que recubra la totalidad de la película 103 de soporte excepto los orificios 104,
- 15 - el posicionamiento de las células fotovoltaicas 102 en la cara de dicha película 103 opuesta a la cara que comprende dicho circuito impreso 105, los puntos 107 de conexión de dichas células 102 estando ajustados exactamente en los emplazamientos adecuados al lado de los orificios 104 metalizados de la película 103. Preferentemente, se utilizará para el posicionamiento de las células un procedimiento que permite no solamente
- 20 posicionar precisamente las células en la cara superior de la película 103 sino igualmente mantenerlas alisadas en dicha película 103. Las células que tienen tendencia a deformarse con el calor, es importante que sean alisadas en el soporte durante el paso en la ola. El sistema de mantenimiento de las células contra el soporte será preferentemente aislado térmicamente de forma que no absorbe rápidamente el calor por medio de la soldadura blanda. Los procedimientos conocidos de tipo Bernoulli por ejemplo se adaptan perfectamente para realizar esta
- 25 operación,
- soldadura blanda por ola selectiva de las células fotovoltaicas 102 en los puntos 107 de conexión en la película 103 de soporte.

30 La máscara de soldadura es una réplica de la cara delantera de la película 103 que comprende unos orificios en los emplazamientos idénticos a esta última tal como se ilustra mediante la figura 2. Para evitar dañar la película 103 durante la soldadura blanda por miniola selectiva, a causa de las temperaturas elevadas del baño, la máscara de soldadura estará constituida preferentemente por una mesa de aluminio que presenta dos paredes entras las que se hace circular un flujo de aire soplado de manera que enfría la película 103.

35 La máquina para soldar por miniola selectiva realiza la conexión entre los puntos 107 de conexión de las células fotovoltaicas 102 y las pistas 106 del macrocircuito impreso 105. Las miniolas selectivas sueldan la totalidad de los orificios 104 por capilaridad. Los sistemas de conexión de la totalidad de las células fotovoltaicas 102 así como las conexiones eléctricas del conjunto de las células 102 con el exterior se realizan por tanto en una sola operación gracias a este procedimiento.

40 Para aumentar la mojabilidad de los orificios metalizados 104, y así permitir una mejor soldadura blanda, se puede prever una etapa de aplicación de flujo previa durante la cual se expone la película a un flujo apropiado tal como un flujo de tipo CORBAR 936B5 por ejemplo.

45 Durante la etapa de aplicación de flujo, solo la película 103 puede ser expuesta. En efecto, la metalización de los puntos de contacto de la célula presenta en general una mejor mojabilidad que la de la película 103 cuya metalización de los orificios se obtiene generalmente mediante galvanización. El flujo aplicado en la película permite acentuar la mojabilidad de los orificios metalizados 104 y así mejorar la calidad de las soldaduras blandas obtenidas. Este flujo se evapora durante la soldadura y no reacciona con los materiales cercanos.

50 Se efectúan ensayos en una máquina de soldadura blanda por ola estándar RoHS para realizar una soldadura blanda sin plomo. La utilización de esta máquina ha permitido obtener tres buenos resultados que pueden incluso ser mejorados por la utilización de una máquina para soldar por miniolas selectivas. En efecto, los ensayos han mostrado que los criterios de temperatura y de flujo no son los más significativos, es por el contrario, dando una altura de ola máxima que se obtienen soldaduras blandas óptimas. La altura de la ola favorece la toma de la soldadura blanda, el efecto de remontada capilar del metal de aporte en el orificio metalizado siendo menos importante que durante la soldadura blanda de un elemento pasante. Ajustando los parámetros de las miniolas selectivas, se puede igualmente considerar no metalizar los orificios 104.

60 La máquina que permite la soldadura blanda por miniola selectiva para una aplicación fotovoltaica ha sido desarrollada en paralelo a la puesta a punto del procedimiento.

65 A título de ejemplo no limitativo, un baño de estaño sin plomo de tipo SAC 305 (Sn 96.5%, Ag 3%, Cu 0.5%) puede ser utilizado para realizar la soldadura blanda por ola de las células fotovoltaicas 102 en una película dúctil 103 constituida por una capa de Tedlar® acoplada a una capa de Mylar®.

La operación de soldadura blanda por ola selectiva puede igualmente ser realizada en un entorno nitrogenado, esto mejora incluso la calidad de las soldaduras, particularmente permitiendo realizar soldaduras blandas de menor espesor. La obtención de soldaduras blandas tan planas como sea posible mejora entonces la calidad de las operaciones de laminado de los módulos solares que siguen generalmente las etapas de soldadura de las células.

La figura 6 representa el detalle de un orificio metálico 104 del cual el cobre estañado 125 ha sido depositado en la circunferencia interna para realizar una metalización 127. Una soldadura blanda se realiza en el orificio 104 de manera que soldar un punto 107 de conexión de una célula fotovoltaica 102 a una pista del macrocircuito 105 inherente a la película 103.

La soldadura tiene lugar por soldadura blanda, el metal de aporte que une el metal de dichos orificios 104 y el metal de los puntos 107 de conexión de las células 102.

Los orificios metalizados 104 presentan un diámetro del orden de 2 a 4 milímetros, preferentemente 3 milímetros lo que permite obtener soldaduras blandas de buena calidad con una precisión del orden de una décima parte de milímetro.

Este procedimiento permite automatizar la conexión de las células 102 entre sí. Las células una vez interconectadas se encapsulan después entre dos películas 112 preferentemente en EVA u otro equivalente, y después entre dos vidrios 113 o entre una capa de vidrio y una capa de Tedlar®, como en los módulos fotovoltaicos tradicionales.

Puesta a parte la simplicidad de la realización y la calidad de las conexiones entre las células fotovoltaicas 102, este procedimiento de soldadura blanda ofrece otras ventajas. Contrariamente a los métodos actuales llamados de "tabulado" y "encordado" de las células entre sí para formar una tabla de células unidas eléctricamente, en la presente invención el espesor de las células puede ser cualquiera gracias a la película que las soporta y las conecta, sin que las soldaduras blandas cedan, ni las células se rompan.

El procedimiento de soldadura blanda por miniola selectiva recurre a un fenómeno físico natural de montee por capilaridad del elemento que se suelda y constituye el mejor medio de soldar una célula fotovoltaica sin ejercer estrés mecánico en esta última. Los procedimientos de soldadura por conducción o por láser concentran el calor en las cintas o huesecillos provocando la aparición de microfisuras en las células.

La utilización de un procedimiento de soldadura blanda por ola o miniola selectiva sin plomo según la invención permite obtener altos rendimientos y una vida útil superior a las juntas de soldaduras y de los módulos. Las soldaduras con plomo actualmente practicadas en la industria presentan un desplazamiento de la soldadura de varios micrones en unas condiciones de temperatura extremas y en la duración, lo que no es el caso en el procedimiento objeto de la invención.

Por otra parte, gracias a la automatización de varias etapas con respecto a los procedimientos tradicionales, es posible reducir sensiblemente los costes de producción de tales módulos.

Aunque el procedimiento haya sido descrito en relación con las células con contactos traseros existentes, puede aplicarse mutatis mutandis a cualquier célula fotovoltaica que presentase puntos de conexiones múltiples situados en la parte trasera de las células, independientemente de su localización o de su distribución.

Se señalará que la película dúctil 103 descrita en el procedimiento anterior puede igualmente ser utilizada para realizar únicamente los sistemas de conexión periféricos de los módulos solares cuya interconexión de las células entre sí habría sido realizada por un procedimiento de fabricación, esto, también para un módulo constituido de células con contactos delanteros y traseros como se ilustra en la figura 9 como un módulo que comprende células con contactos traseros únicamente tal como se representa en la figura 10.

En la configuración estándar de un módulo fotovoltaico, varias células son conectadas en serie según un esquema que difiere de un constructor a otro. Siendo siempre el objetivo disponer de una tensión más elevada y por lo tanto de una potencia del módulo más consecuente. Esta conexión se obtiene generalmente para las células 102 con contactos delanteros y traseros con las ayuda de cintas 110 soldadas en la superficie superior e inferior de las células solares 102 como se ilustra en la figura 8. Cuando se han realizado varias bandas de células acopladas entre sí en serie en el módulo, hay que conectar estas bandas entre sí: es lo que se denomina generalmente por sistemas de conexión periféricos. Se realiza generalmente con la ayuda de cintas 111 de cobre estañado u otros metales adaptados al tipo de soldadura utilizada. Esta etapa es incluso a menudo realizada manualmente.

La figura 9 ilustra esquemáticamente a título de ejemplo los sistemas generales de conexión de las células entre sí así como los sistemas de conexión periféricos de un módulo compuesto de 36 células tradicionales con contactos delanteros y traseros.

La problemática es además idéntica en el caso de módulos que comprenden células con contactos traseros

únicamente fabricados según los procedimientos de ensamblaje diferentes del descrito anteriormente. A título de ejemplo, la figura 10 ilustra un módulo solar que comprende células fotovoltaicas 102 con contactos traseros únicamente. La conexión de las células entre sí es realizada gracias a unos huesecillos 113 que unen eléctricamente en serie dos células adyacentes.

Para realizar los sistemas de conexión periféricos de este tipo de módulo, se sueldan unas cintas 111 a las células 102. Estas cintas se conectan entonces a una caja 116 de enlace (figuras 15 y 16) que se encuentra en el dorso de los módulos. Esta caja 116 de enlace comprende diodos antiparalelos con el fin de dejar pasar la corriente cuando una parte del módulo está a la sombra.

Para realizar los sistemas de conexión periféricos del módulo hacia la caja de enlace, no es solamente necesario aislar las cintas 111 entre sí cuando se superponen, sino igualmente aislar las cintas 111 de la parte trasera de las células 102. Este aislamiento se efectúa generalmente por la agregación de una capa adicional de Tedlar® en cada zona concerniente y necesita ya sea una automatización compleja, ya sea una mano de obra cualificada que aumenta de hecho los costes y/o los tiempos de fabricación de los módulos.

La utilización de una banda de película dúctil 103 que comprende en una de sus caras un circuito impreso 105 en los dos extremos del módulo permite realizar los sistemas de conexión periféricos en una sola etapa en lugar de tres etapas precedentemente requeridas (soldadura de las cintas/aislamiento de las cintas entre sí/aislamiento de las cintas con el dorso de las células).

La utilización de una película dúctil 103 mejora considerablemente la automatización del procedimiento de fabricación y hace el producto resultante mucho más fiable. Se elimina en particular el riesgo de un aislamiento debilitado que podría provocar un cortocircuito y un incendio.

La película 103 permite la realización de un sistema de conexión periférico a medida tanto para los módulos que comprenden células con contactos traseros (figura 12) como para los módulos realizados a partir de células con contactos delanteros y traseros (figura 10).

La figura 12 ilustra esquemáticamente un módulo que comprende células 102 con contactos traseros que son conectados en serie entre sí por medio de un procedimiento tradicional que utiliza huesecillos 113. Los sistemas de conexión periféricos del módulo se realizan a través de pistas de cobre 106 de una banda de película 103 tal como la descrita precedentemente, dispuestas en cada uno de los extremos del módulo.

La figura 13 ilustra en su parte izquierda la parte delantera de dos células 102 con contactos delanteros y traseros situadas en los extremos del módulo ilustrado en la figura 14. La parte derecha de la figura 14 ilustra la cara trasera de estas mismas células conectadas en serie con ayuda de unas cintas 110.

En lugar de practicar orificios en la película 103, lo que necesitaría pasar el extremo de las cintas 110 en el interior de estos orificios, se pliegan simplemente las cintas 110 al nivel de la última célula, como en una etapa tradicional de "tabulado/encordado". Las cintas son entonces soldadas directamente en las pistas de cobre 106 del circuito impreso situado en el dorso de la película 103.

Este método no necesita ningún equipamiento suplementario, es suficiente para efectuar esta operación de modificar las coordenadas de los puntos de soldadura para realizar las conexiones en los puntos 114 de contacto en las cadenas de fabricación existentes.

La figura 14 ilustra una vista trasera de un módulo solar compuesto por células 102 con contactos delanteros y traseros unidas entre sí en serie por unas cintas 110. Todos los sistemas de conexión periféricos se realizan por dos bandas de película dúctil 103 en cada uno de los extremos del módulo.

Las ventajas que presenta esta solución son numerosas y se pueden citar a título no exhaustivo los siguientes puntos:

- seguridad de los sistemas de conexión periféricos, el aislamiento completo es realizado por el circuito impreso 105.
- automatización: las mismas herramientas de soldadura que se utilizan actualmente en las cadenas de fabricación existentes pueden ser utilizadas sin modificación.
- colocación facilitada de la caja de enlace.
- los sistemas de conexión periféricos se efectúan en una sola etapa, las etapas de aislamiento ya no son necesarias.
- ganancia de potencia por metro cuadrado.

En ciertos módulos comercializados actualmente varias cintas deben ser dispuestas unas encima de las otras para respetar la arquitectura eléctrica del módulo. Este apilamiento de cintas aumenta la superficie total del módulo. Gracias a la película según la invención, las pistas de cobre 106 que remplazan las cintas 111 se disponen bajo las células 102 y permiten así reducir la superficie total del módulo.

5 Las normas en vigor no imponen en efecto más que una cierta distancia, actualmente 16 mm, ya sea dejada libre entre el último elemento eléctrico que realiza los sistemas de conexión periféricos y el borde del módulo, para evitar las fugas de corriente.

10 En los procedimientos tradicionales, los puntos de soldadura deben ser realizados a varios milímetros del borde de la célula. Gracias a la utilización de la película 103, los puntos de soldadura se sitúan bajo las células 102 y de este hecho la zona que debe quedar libre de todo componente eléctrico ya no se calcula con respecto a las cintas sino con respecto al borde de la célula. Esta solución permite reducir de manera significativa la cantidad de material (vidrio, Tedlar®, encapsulante, cuadro de aluminio...) necesario para fabricar cada una de las capas constitutivas del
15 módulo.

Otra ventaja significativa de la utilización de esta película para realizar los sistemas de conexión periféricos es relativa a la concepción y a la colocación de la caja de enlace que equipa el dorso de los módulos. Esta caja de enlace se coloca habitualmente después del laminado del módulo.

20 En los procedimientos tradicionales, es necesario, antes del laminado, hacer pasar las cintas 111 a través del encapsulante y del Tedlar® y después fijarlas provisionalmente con ayuda de un adhesivo en el dorso del módulo para permitir el laminado. Después del laminado hay que desolidarizar las cintas del módulo, y después plegar estas cintas para colocarlas en contacto con los bornes de la caja de enlace con el fin de soldarlas. Esta etapa difícilmente automatizable obliga a numerosos industriales a efectuar esta operación manualmente.

25 La utilización de la película permite una simplificación de esta etapa de fabricación. En efecto, las pistas de cobre 106 de la película 103 pueden seguir un camino llevándolas directamente al nivel de la caja 116 de enlace como se revela de la figura 16.

30 Antes del laminado del módulo, se practica un corte en las capas "encapsulante/Tedlar®", y después del laminado, se pone la caja de enlace al nivel de las terminaciones de las pistas de cobre descubiertas y después se sueldan las pistas 117 de la caja 116 de enlace en los puntos de contacto situados al dorso del módulo. Se señalará igualmente que gracias a este procedimiento para realizar los sistemas de conexión externos de los módulos, es posible
35 simplificar y disminuir el coste de fabricación de las cajas 116 de enlace. Las cajas actualmente utilizadas deben en efecto ser abiertas en el momento de su fijación al dorso del módulo para unir las cintas en las patas de conexión de la caja. Una vez efectuada la soldadura de la caja, estas últimas deben ser aisladas por ejemplo remplazándolas por silicona. Gracias al procedimiento descrito anteriormente, las cajas de enlace pueden ser realizadas en la fábrica, estando dispuestos todos los componentes electrónicos en un recinto hermético aislado térmicamente y
40 eléctricamente. Solo el extremo de las pistas 117 de la caja emerge de la caja sellada de manera que se obtiene una colocación más fácil de la caja de enlace pero igualmente más segura ya que la parte activa de la caja de enlace que comprende los componentes electrónicos ya no tiene que ser abierta durante su colocación.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento que permite realizar el acoplamiento eléctrico de células fotovoltaicas (102) entre sí así como la conexión periférica de las células (102) hacia una caja (116) de enlace, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
 - encaminamiento de una película (103) de soporte dúctil en continuo o a través de un carro de transporte, siendo obtenido dicha película (103) de soporte por acoplamiento de una hoja de material que presenta propiedades de resistencia a los rayos ultravioletas y de una hoja de un material aislante eléctricamente y resistente a las temperaturas elevadas, comprendiendo dicha película en su cara superior una pluralidad orificios pasantes (104) dispuestos de manera que coinciden con unos puntos (107) de conexión, situados en la cara trasera de células fotovoltaicas (102), y en su cara inferior un macrocircuito impreso (105) que permite realizar las conexiones entre las células (102),
 - parada de la película dúctil (103) al nivel de una máscara de soldadura, siendo ajustada dicha máscara contra la cara de la película que comprende el macrocircuito impreso (105) con el fin de que la máscara recubra la totalidad de la película (103) excepto los orificios pasantes (104),
 - posicionamiento de las células fotovoltaicas (102) en la cara de dicha película (103) opuesta a la cara que comprende dicho circuito impreso (105), los puntos (107) de conexión de dichas células (102) siendo ajustas exactamente a los emplazamientos adecuados al lado de los orificios pasantes (104) metalizados de la película (103),
 - soldadura blanda por ola de las células fotovoltaicas (102) en los puntos (107) de conexión en la película (103).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la operación de soldadura blanda se realiza por una operación de soldadura blanda por miniola selectiva.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque las células fotovoltaicas (102) se mantienen en la película (103) durante la operación de soldadura blanda por miniola selectiva.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizado por el hecho de que la operación de soldadura blanda por miniola selectiva se efectúa en un baño de soldadura sin plomo.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la película (103) se obtiene por acoplamiento de una capa de Tedlar® de espesor comprendido entre 15 y 45 micrones, preferentemente 25 micrones, en una capa de Mylar® que presenta un espesor comprendido entre 75 y 125 micrones, preferentemente 100 micrones.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende una etapa de aplicación del flujo de los orificios metalizados pasantes (104) de la película (103) antes de la operación de soldadura blanda por ola.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la máscara de soldadura comprende una tabla que comprende dos paredes entre las que se hace circular un flujo de aire.
- 8.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque la operación de soldadura blanda se efectúa en un entorno nitrogenado.
- 9.- Procedimiento de fabricación de un módulo fotovoltaico que comprende un número cualquiera de células fotovoltaicas (102) cuyas conexiones eléctricas se realizan según el procedimiento reivindicado en una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque comprende una etapa de laminado del conjunto constituido por la película dúctil (103) y por células fotovoltaicas (102) y después una operación de encapsulado de este conjunto entre dos películas EVA (112) de propiedad químico-física adaptada y finalmente el encapsulado del módulo resultante entre dos capas (113) de vidrio o una capa (113) de vidrio y una capa de un material resistente a los rayos ultravioletas.

Fig.1

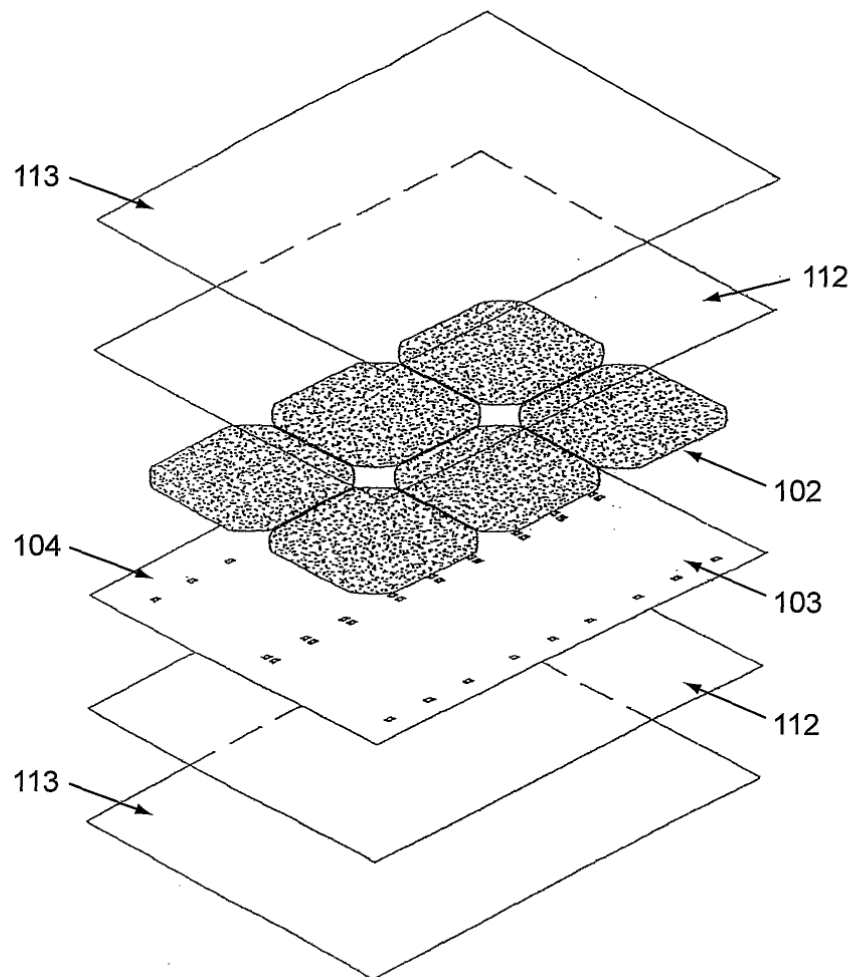


Fig.2

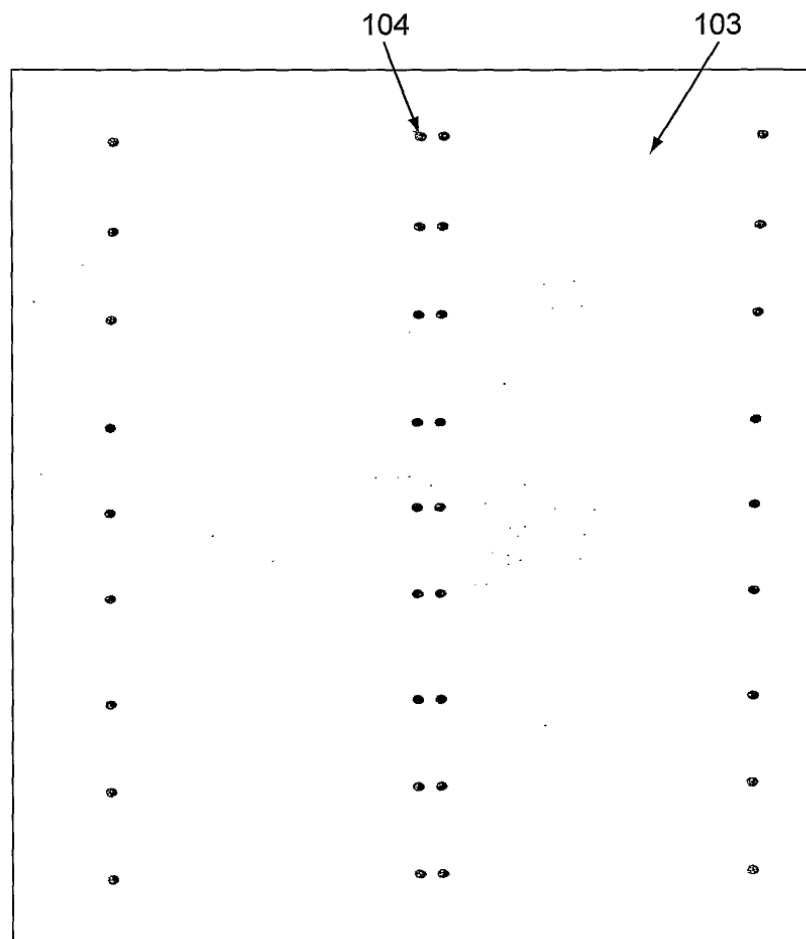


Fig.3

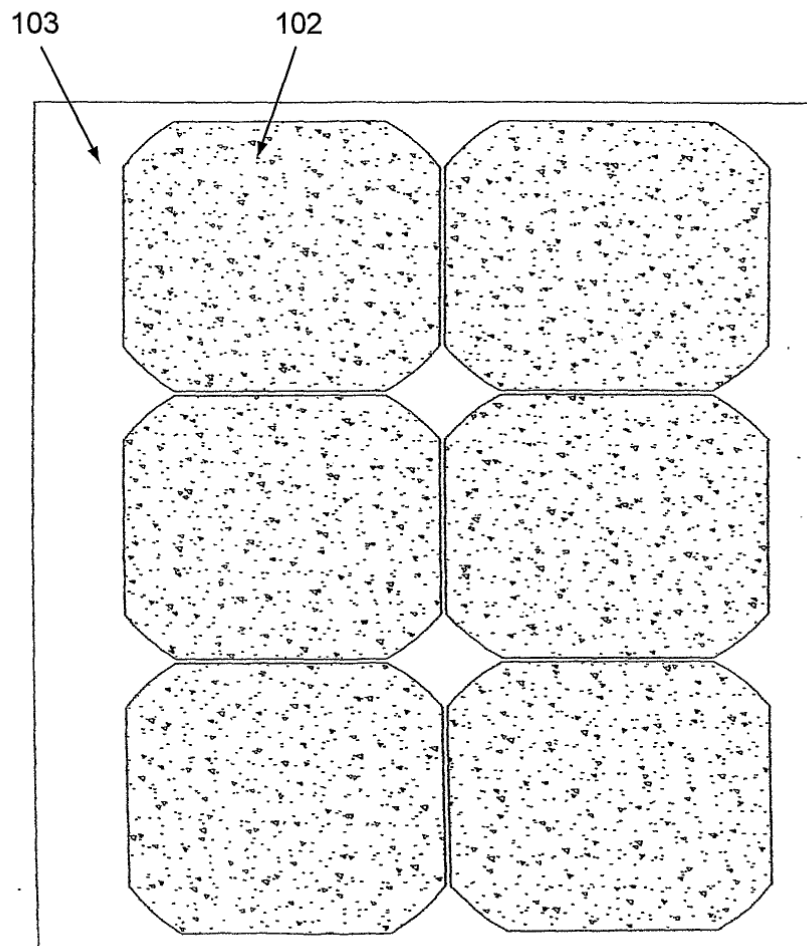


Fig.4

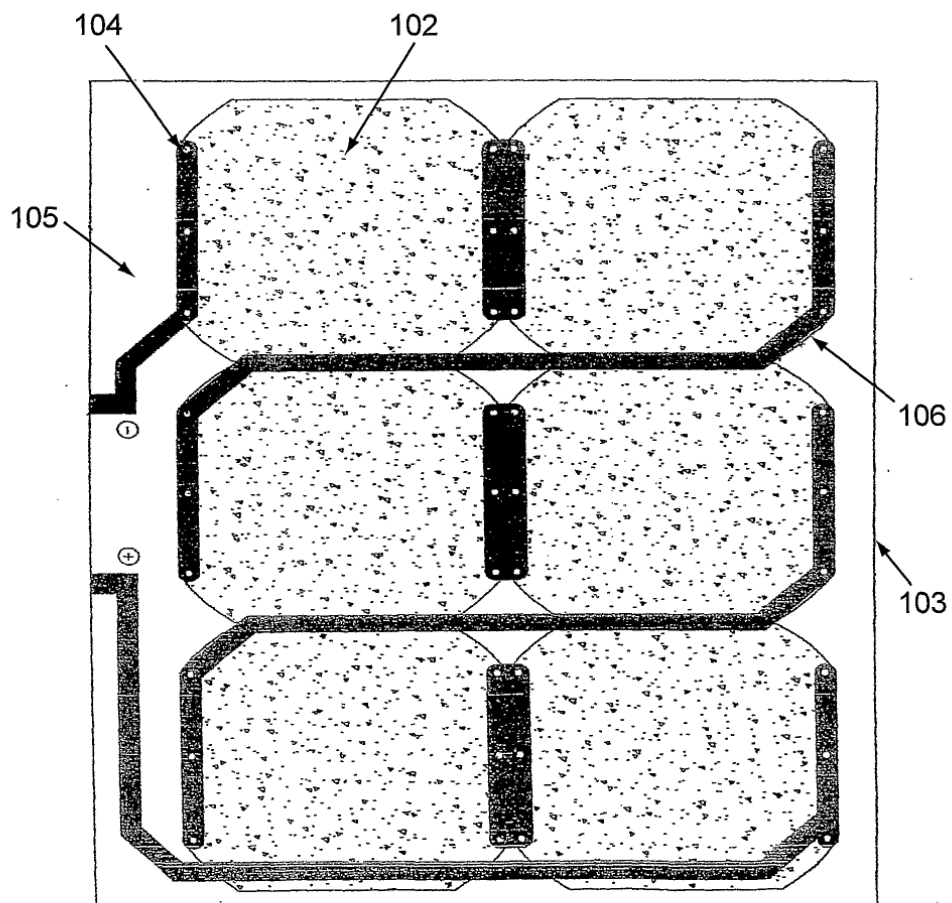


Fig.5

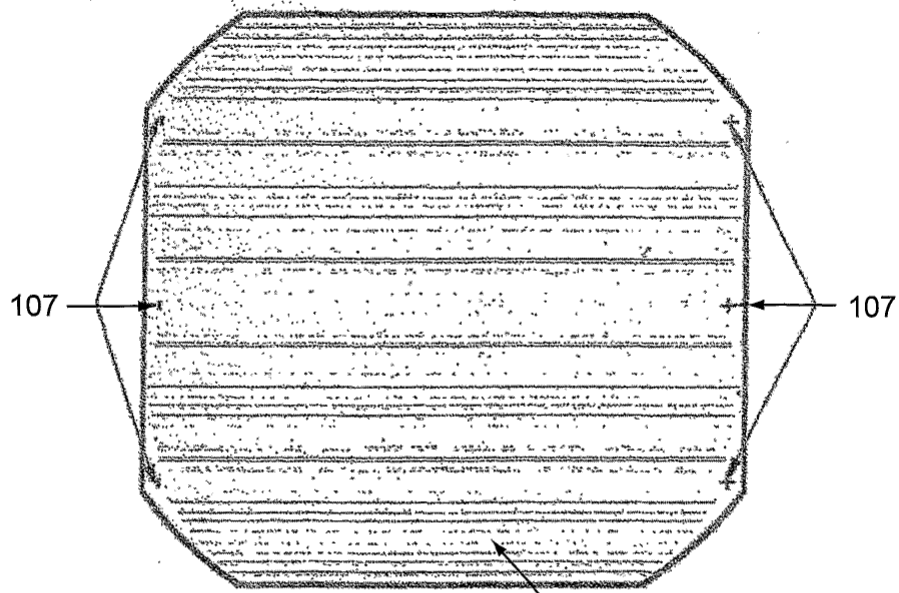


Fig.6

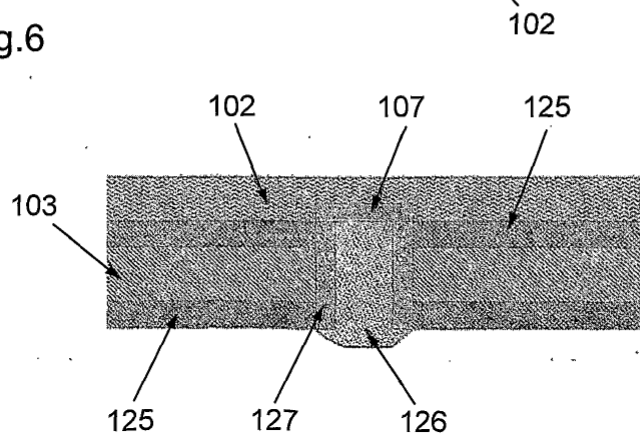


Fig.7

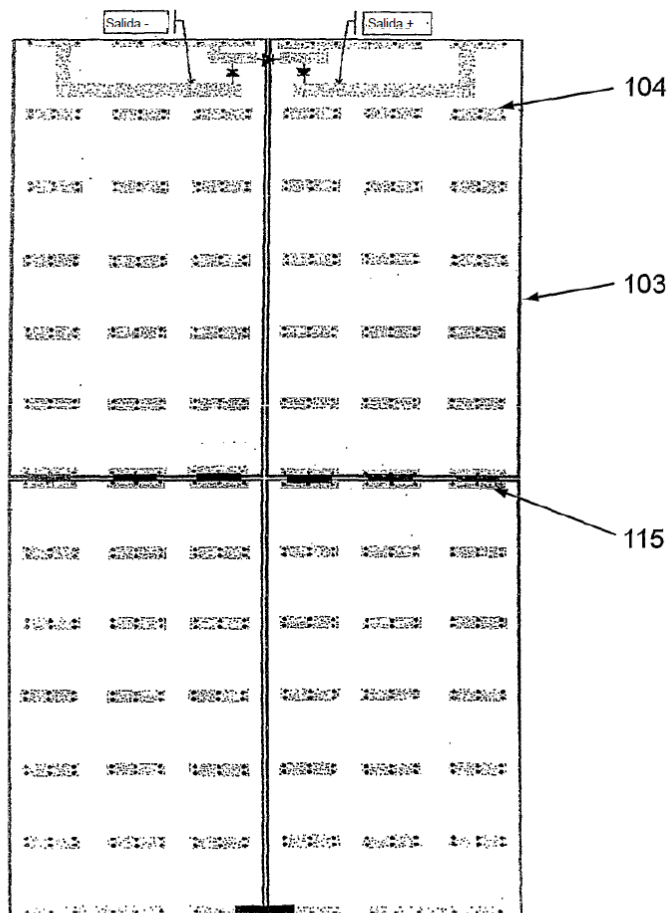


Fig.8

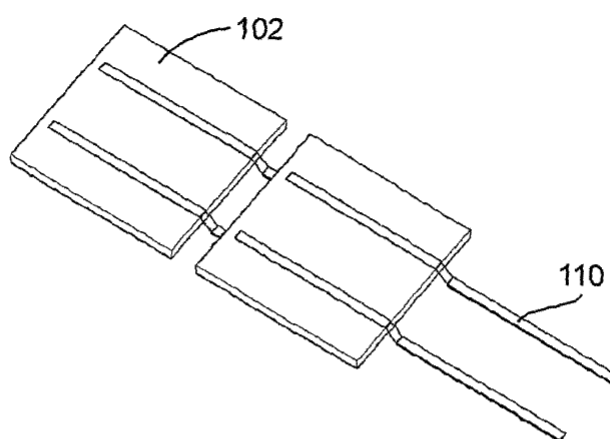


Fig.9

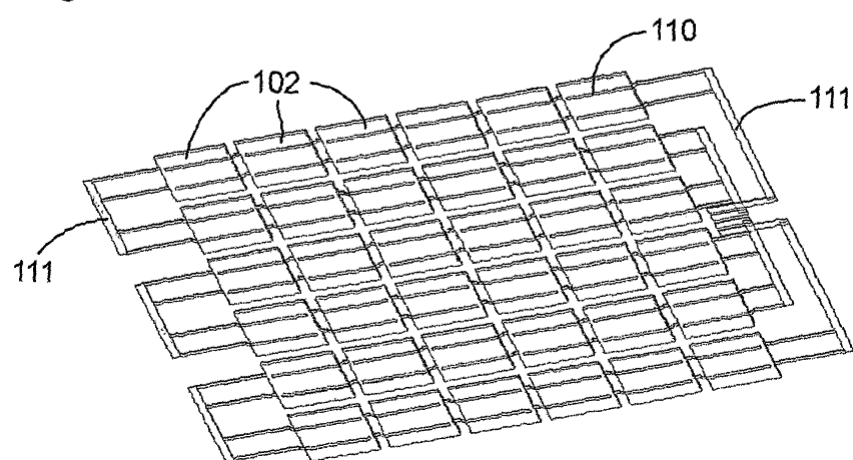


Fig.10

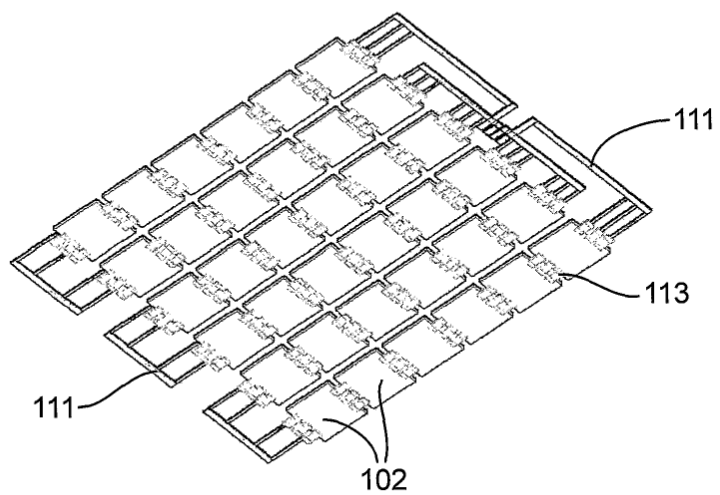


Fig.11

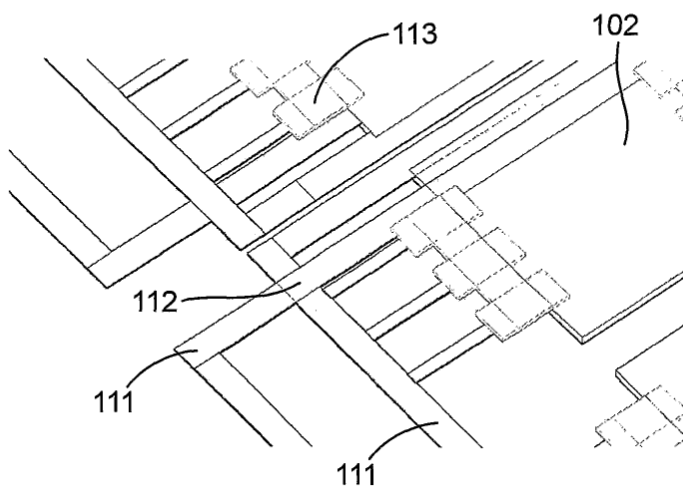


Fig.12

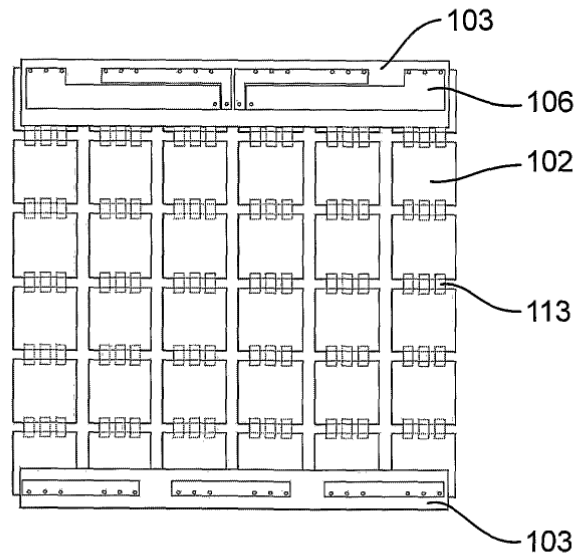


Fig.13

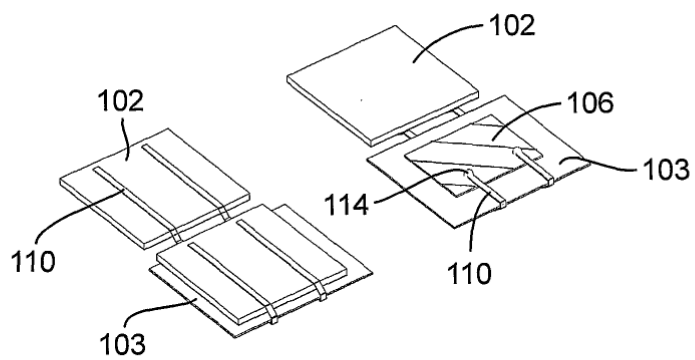


Fig.14

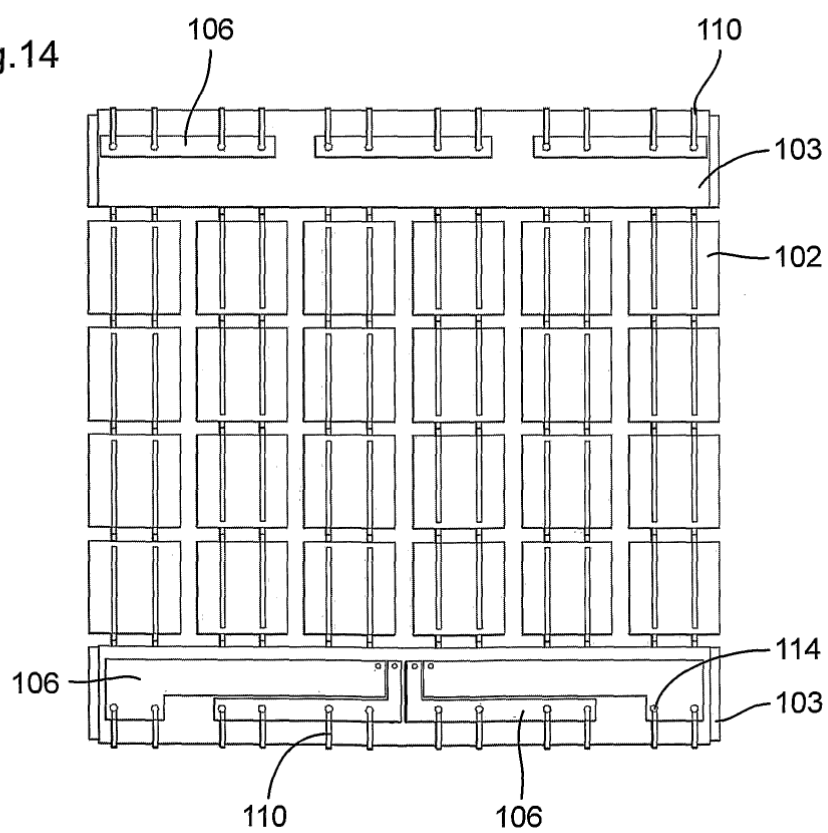


Fig.15

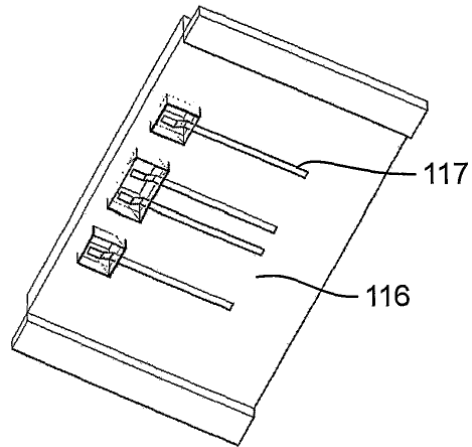


Fig.16

