

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 460**

51 Int. Cl.:

H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/0352 (2006.01)

H01L 31/042 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.07.2009 PCT/EP2009/005189**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2010 WO10006798**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2009 E 09777248 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2297792**

54 Título: **Chips de células solares con nueva geometría y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

16.07.2008 DE 102008033352

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

25.02.2020

73 Titular/es:

SAINT-AUGUSTIN CANADA ELECTRIC INC.
(100.0%)

75 Rue d'Anvers
Saint-Augustin de Desmaures, Québec G3A 1S5,
CA

72 Inventor/es:

VAN RIESEN, SASCHA y
GOMBERT, ANDREAS

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 744 460 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

Chips de células solares con nueva geometría y procedimiento para su fabricación

- 5 La invención se refiere a chips de células solares con una nueva geometría para aplicaciones de concentradores y un procedimiento para la fabricación de tales chips de células solares. Esta geometría de los chips de células solares se elige de tal modo que se haga posible un proceso de corte continuo por láser en la extracción de los chips a partir de la lámina.
- 10 En los concentradores fotovoltaicos ("concentrator photovoltaics – CPV") la radiación solar directamente incidente se focaliza en una célula solar de modo que la irradiancia en la célula es mayor en un factor denominado de concentración. Para diseñar la óptica de la concentración existen una pluralidad de técnicas ópticas que se basan normalmente en la refracción, la reflexión o la reflexión interna total en componentes ópticos conformados específicamente (P. Benitez y J.C. Minano, "Concentrator optics for the next-generation photovoltaics", A. Marti y A.
- 15 Luque (Ed.), "Next Generation Photovoltaics", Institute of Physics Publishing Series in Optics and Optoelectronics, Bristol and Philadelphia, ISBN 0750309059, 2004). En sistemas de concentración alta, es decir, con un factor de concentración >50, como se considera en adelante exclusivamente, también es habitual obtener la concentración óptica en dos etapas, mediante un concentrador primario y uno secundario. El concentrador secundario por su parte presenta distintas formas de realización utilizando el efecto óptico anteriormente mencionado. Puede servir para
- 20 aumentar la concentración, para ampliar el rango angular en el que la célula solar recibe radiación y para distribuir la misma más homogéneamente sobre la superficie de células. En la distribución homogénea también es posible influir sobre la sección transversal del haz de radiación. Como células solares son apropiadas especialmente las que tienen una eficiencia muy alta, dado que con ello puede justificarse la complejidad técnica de la concentración óptica y la trazabilidad inherentemente vinculada al sistema. Éstas pueden ser células solares de Si altamente eficientes,
- 25 por ejemplo, células solares de contacto trasero, pero especialmente también células solares apiladas conectadas monolíticamente basadas en materiales semiconductores III-V ("multijunction cells, MJC"). Las estructuras multicapa de semiconductores compuestos III-V se hacen crecer epitaxialmente. Una estructura típica de una célula triple tiene una célula base de Germanio, una célula media de GaInAs y una célula superior de GaInP. Las láminas de germanio constituyen los sustratos en los que se depositan las delgadas capas de semiconductor III-V. Tanto el material base
- 30 como la fabricación de los MJC son costosos, razón por la que se asume generalmente que para la rentabilidad de los CPV es necesaria una concentración muy alta, es decir, superficies de célula pequeñas respecto a la apertura solar (C. Algora, "The importance of the very high concentration in third-generation solar cells", A. Marti y A. Luque (Ed.), "Next Generation Photovoltaics", Institute of Physics Publishing, Series in Optics and Optoelectronics, Bristol and Philadelphia, ISBN 0750309059, 2004).
- 35 Por tanto, el problema es la utilización de las láminas costosas con células solares de alta eficiencia para concentradores fotovoltaicos lo más eficientemente posible para poder rentabilizar esta tecnología.
- El estado de la técnica comprende procesar las células solares de alta eficiencia en láminas y a continuación
- 40 cortarlas individualmente mediante serrado en chips rectangulares, principalmente cuadrados. Los chips individuales resultantes tienen típicamente una longitud de lado de 1 a 10 mm.
- Casi todos los concentradores primarios usados producen un punto focal que mayoritariamente tiene simetría de revolución. Por tanto, sin un concentrador secundario la superficie activa utilizable de las células solares de
- 45 concentrador también tiene simetría de revolución. Los ángulos de la célula, en este caso cuadrada, se utilizan como superficies de unión para la conexión eléctrica de la célula. Sin embargo, en general, la utilización del material de lámina costoso con geometría rectangular, en particular, cuadrada, y superficie activa con forma circular no es satisfactoria. Contando las pérdidas de superficie debidas al corte por serrado y al borde de la lámina. apenas más del 60% de la superficie de la lámina puede ser utilizada como superficie de células solares activa. En el caso de
- 50 tamaños de célula inferiores a 2 mm la superficie utilizable disminuye considerablemente debido a las pérdidas por el corte.
- Un concentrador secundario puede, como un caleidoscopio, distribuir la radiación más homogéneamente en una superficie de salida rectangular. Tales concentradores secundarios son conocidos en la literatura (JM Gordon,
- 55 "Concentrator optics", A. Luque y V. Andreev (Eds.), Concentrator Photovoltaics, Springer Series in Optical Sciences 130, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2007) y US 2008/0087323 A1) y consecuentemente pueden tener una superficie de entrada con forma circular y una superficie de salida casi rectangular o, respectivamente, superficies rectangulares. Sin embargo, estos concentradores secundarios con una relación de altura a lado relativamente grande presentan grandes pérdidas, es decir, tienen una reflectividad muy alta y en el caso de sistemas masivos de
- 60 material transparente una absorción muy baja. Hoy en día, tales concentradores secundarios sólo pueden fabricarse con costes altos.

El documento US 2008/0135095 A1 divulga un procedimiento para fabricar chips de células solares para aplicaciones de concentradores, tal que unos chips con una geometría diferente de la forma rectangular se forman por corte de una lámina mediante un láser.

- 5 En el documento US 6 030 885 A se describe un procedimiento para fabricar chips de semiconductores en el que los chips se forman por corte de una lámina por medio de un láser.

Partiendo de lo anterior, la presente invención tiene por objeto proporcionar un procedimiento para fabricar chips de células solares que haga posible una mejor utilización de la superficie de lámina, en particular, con el empleo de concentradores secundarios. Al mismo tiempo, el proceso de fabricación debe ser económico y fácil de manejar.

Este objeto se resuelve mediante el procedimiento para fabricar chips de células solares con las características de la reivindicación 1, el chip de células solares con las características de la reivindicación 7 y el módulo de células solares con las características de la reivindicación 8. Las reivindicaciones dependientes adicionales muestran desarrollos ventajosos.

De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento para fabricar chips de células solares, tal que las células solares tienen unas zonas de superficie adecuadas para la conversión directa de energía solar en energía eléctrica. Éstas se denominan en adelante zonas activas del chip de células solares.

El procedimiento de acuerdo con la invención se basa en que los chips de células solares son extraídos por corte de una lámina mediante un láser en una geometría distinta de la forma rectangular, de tal modo que el número de chips de células solares por lámina se incrementa respecto a los chips de células solares rectangulares. Al mismo tiempo, la geometría de los chips de células solares se elige como se especifica en la reivindicación 1, haciéndose posible también un proceso de corte continuo del láser.

Con ello se prefiere que la geometría de la zona activa se ajuste sustancialmente a la geometría del chip de células solares. Este requisito es necesario para poder disponer contactos eléctricos fuera de las zonas activas del chip de células solares pero, al mismo tiempo, también proporcionar una parte lo más grande posible de superficie activa por chip de células solares. Las zonas activas de los chips de células solares tienen sustancialmente forma circular, es decir, se aproximan a la forma circular. También es posible que la geometría de las superficies activas represente una forma circular deformada elípticamente.

En el proceso de corte el láser es guiado de tal modo que el chip de células solares extraído por corte no presenta sustancialmente bordes de corte rectos, como se conoce en el estado de la técnica en procesos de corte por serrado normales.

Una variante a modo de ejemplo que facilita la comprensión de la invención prevé que la geometría del chip de células solares sea sustancialmente hexagonal. Esto incluye, en particular, geometrías hexagonales en las que los ángulos están redondeados. En este caso es preferible que las zonas activas de los chips de células solares tengan una forma de transición entre una forma circular y una forma hexagonal. En este sentido, las zonas activas pueden tener una geometría octogonal, decagonal o dodecagonal, estando los ángulos redondeados de tal modo que se permita un guiado del láser continuo.

De acuerdo con la invención, el guiado del láser se efectúa línea por línea, moviendo el láser alternadamente de forma sinusoidal, es decir, el láser recorriendo la línea de forma serpenteada. En este sentido, las líneas son recorridas una después de la otra cambiando de dirección, los máximos y mínimos de las curvas sinusoidales se tocan tangencialmente en líneas adyacentes. Con este patrón de corte se obtienen entonces chips de células solares que tienen una geometría sustancialmente con forma circular en la zona de las superficies activas y una extensión a modo de pestaña en dos lados opuestos. Las extensiones a modo de nervadura pueden utilizarse entonces para los contactos eléctricos. Estos pueden ser, por ejemplo, de forma elíptica.

Un ejemplo adicional es una forma en la que las zonas activas están dispuestas en un empaquetamiento esférico compacto con respecto al plano del chip de células solares. Los huecos resultantes del empaquetamiento esférico se utilizan entonces como zonas no activas para el contacto eléctrico. En este caso, la utilización de la superficie de lámina es óptima.

Adicionalmente de acuerdo con la invención, los chips de células solares tienen, además de las zonas activas, también zonas no activas o pasivas, pudiendo disponer de contactos eléctricos en al menos parte de una zona. Preferiblemente, estos son dos contactos puntiformes dispuestos en lados opuestos de la zona activa.

La formación de chips de células solares individuales a partir de la lámina se efectúa, preferiblemente, con un láser YAG, un láser de fibra y/o un láser de disco. En este caso el laser puede ser operado en un proceso en seco. También es posible que el láser sea incorporado en un chorro de líquido y guiado por medio de reflexión total.

5 El proceso de corte por sí mismo se efectúa mediante el movimiento relativo de la lámina respecto al láser. Este puede ser un movimiento de la mesa de lámina, una óptica móvil de láser y/o el uso de un escáner de láser.

De acuerdo con la invención también se proporciona un chip de células solares con una zona de superficie activa, adecuada para la conversión directa de energía solar en energía eléctrica, que puede fabricarse según el
10 procedimiento descrito anteriormente.

Asimismo, se proporciona un módulo de células solares que contiene al menos dos y un máximo de 2000 chips de células solares.

15 Haciendo referencia a las siguientes figuras se trata de explicar el objeto de acuerdo con la invención con mayor detalle, sin pretender restringir el mismo a las formas de realización específicas mostradas aquí.

La figura 1 muestra dos ejemplos de geometrías de chip de células solares en comparación con la geometría conocida en el estado de la técnica.

20

La figura 2 muestra una geometría de chip de células solares según el estado de la técnica.

La figura 3 muestra una geometría de chip de células solares, como ejemplo, no reivindicada.

25 La figura 4 muestra la geometría de chip de células solares de acuerdo con la invención.

En la figura 1a) se representa una geometría conocida en el estado de la técnica en la que la lámina se individualiza en una pluralidad de cuadrados de chip por serrado. En la figura 1b) está representada una variante en la que se elige una disposición hexagonal de los chips de células solares. Esto puede incrementar el número de los chips en la
30 lámina en un 16%. En la figura 1c) está representado un ejemplo adicional de una geometría que está basada en el movimiento sinusoidal del láser, realizándose pasadas de corte continuas. En este caso, el número de chips a disponer es idéntico al de la figura 1b).

Las células solares representadas en las figuras 1 a) - c) tienen en común que unos circuitos impresos adicionales, denominados rejillas ("grid"), están dispuestos en la superficie para descargar los portadores de carga acumulados en la superficie de una célula solar.

En la figura 2 está representado un chip de células solares conocido en el estado de la técnica con su estructura correspondiente. En este caso se trata de un chip 1 cuadrado que tiene una zona 2 activa de forma centrada.
40 Además, el chip tiene unas zonas 3 no activas en las que pueden realizarse los contactos 4 eléctricos.

En la figura 3 está representada una variante basada en un chip 1 hexagonal redondeado. Éste también tiene una superficie 2 activa, siendo su forma una combinación de un polígono con doce ángulos y un círculo, es decir, los ángulos habiendo sido redondeados correspondientemente.

45

Además, en el chip se localizan unas zonas 3 no activas. Éstas pueden usarse entonces, por ejemplo, para un contacto 4 eléctrico puntiforme.

En la figura 4 está representada una realización de acuerdo con la invención que está basada en un chip de células solares con una geometría 1 con forma de gota. En esta variante el láser recorre la lámina línea por línea, efectuándose al final de la línea un desplazamiento hasta la siguiente línea y un cambio consiguiente en la dirección del láser. Sin embargo, en este caso no se trata de una línea recta sino de un movimiento sinusoidal del láser. Así, el recorrido se efectúa de manera que el chip de células solares tenga una geometría sustancialmente con forma de círculo en la zona de la superficie activa y una extensión a modo de pestaña en dos lados opuestos. En el chip de
55 células solares 1 resulta representada una zona 2 activa que en este caso está deformada en forma ligeramente elíptica. Además, el chip tiene unas zonas 3 no activas puntiagudas en las que pueden disponerse contactos 4 eléctricos. Esta geometría es especialmente apropiada para la utilización de ópticas secundarias reflexivas o masivas, dado que los puntos de contacto eléctricos presentan una distancia relativamente grande respecto a la superficie de células activa.

60

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar chips de células solares (1) con zonas de superficie (2) activas, adecuadas para la conversión directa de energía solar en energía eléctrica, y zonas (3) no activas, en el que los chips de células
5 solares (1) son extraídos por corte de una lámina mediante un láser en una geometría distinta de la forma rectangular, de tal modo que el número de chips de células solares (1) por lámina se incrementa respecto a los chips de células solares (1) rectangulares, que comprende:
- 10 contactar los chips de células solares (1) en las zonas (3) no activas con contactos (4) eléctricos zona por zona, en particular, con dos contactos (4) puntiformes dispuestos en lados opuestos de una zona de superficie (2) activa;
- caracterizado por
- 15 guiar el láser línea por línea en un movimiento sustancialmente sinusoidal, de manera que el chip de células solares (1) tenga una geometría sustancialmente con forma de círculo en la zona de superficie activa y una extensión a modo de pestaña en dos lados opuestos de dicha geometría.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la geometría de las zonas activas (2) está sustancialmente adaptada a la geometría del chip de células solares (1).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la geometría con forma de círculo está deformada elípticamente.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que como láser se utiliza un láser
25 YAG, un láser de fibra y/o un láser de disco.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el láser es guiado en el chorro de líquido por medio de reflexión total o es operado en un proceso en seco.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el proceso de corte se efectúa mediante un movimiento relativo entre lámina y láser, en particular, moviendo la mesa de lámina por medio de una óptica móvil de láser, y/o mediante un escáner de láser.
7. Chip de células solares (1) con una zona de superficie (2) activa, adecuada para la conversión directa de energía
35 solar en energía eléctrica, y zonas (3) no activas, así como con contactos (4) eléctricos, en particular, con dos contactos (4) puntiformes dispuestos en lados opuestos de una zona (3) activa, en el que el chip de células solares (1) tiene una geometría sustancialmente con forma de círculo en la zona de superficie activa y una extensión a modo de pestaña en dos lados opuestos de dicha geometría y que puede fabricarse según una de las reivindicaciones anteriores.
- 40 8. Módulo de células solares que incluye al menos dos y como máximo 2000 chips de células solares (1) según la reivindicación 7.

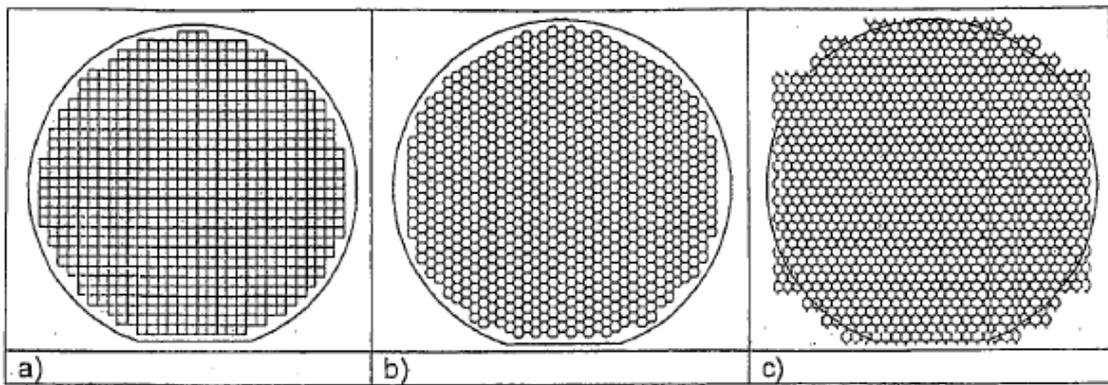


Fig. 1

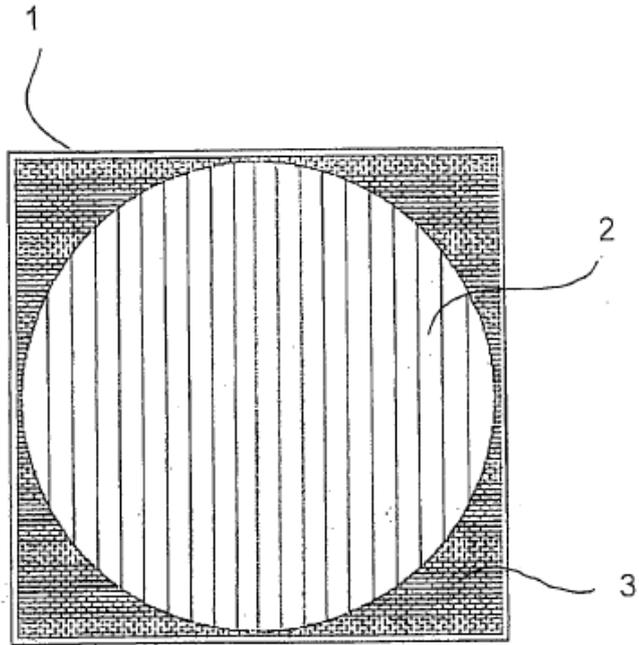


Fig. 2

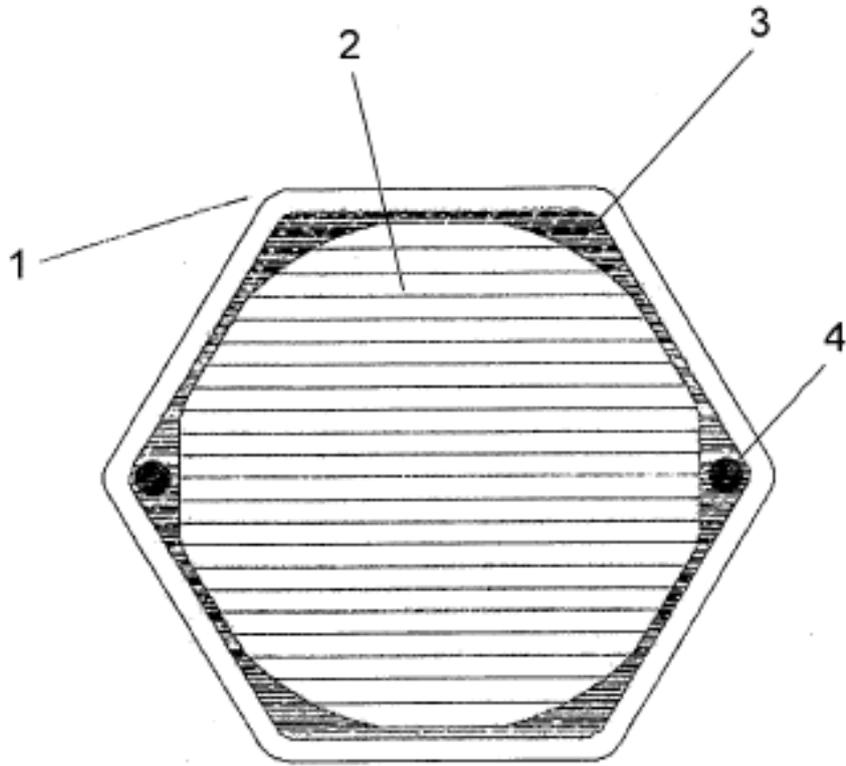


Fig. 3

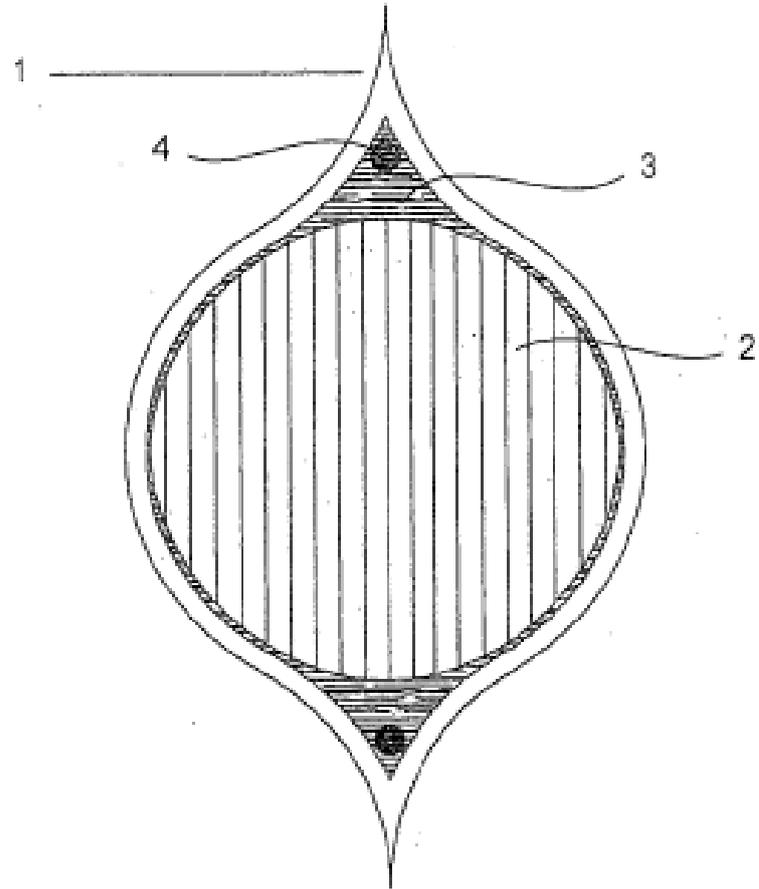


Fig. 4