

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 640**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2013 PCT/EP2013/059439**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013 WO13167564**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2013 E 13722373 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 2847798**

54 Título: **Módulo fotovoltaico y procedimiento de realización de un módulo de este tipo**

30 Prioridad:

11.05.2012 FR 1254337

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

12.02.2019

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
25, rue Leblanc Bâtiment le Ponant D
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**VOARINO, PHILIPPE y
LEFILLASTRE, PAUL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 699 640 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

Módulo fotovoltaico y procedimiento de realización de un módulo de este tipo

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un módulo fotovoltaico en el que la disposición de las células fotovoltaicas dentro del módulo es función del valor de su corriente de cortocircuito I_{SC} . La invención se refiere, igualmente, a un procedimiento de realización de un módulo fotovoltaico de este tipo.

10

Estado de la técnica anterior

Un módulo fotovoltaico, también llamado panel fotovoltaico o panel solar, incluye una pluralidad de células fotovoltaicas unidas entre sí eléctricamente, con el fin de que el módulo fotovoltaico forme un generador de corriente continua, estando la corriente generada por la conversión fotovoltaica de una radiación de fotones recibida por las células. Durante la realización de un módulo fotovoltaico de este tipo, las células fotovoltaicas del módulo se eligen preferentemente con el fin de que sean lo más semejantes posible las unas con respecto a las otras, en cuanto a características eléctricas de conversión fotovoltaica. Esto está destinado a limitar lo más posible la parte del flujo luminoso recibido por las células que no se convierte en electricidad por las células, pero, igualmente, para no crear puntos calientes dentro del módulo. Unos puntos calientes de este tipo son unas fuentes de degradaciones prematuras de los módulos y pueden conducir a unos calentamientos locales, incluso unos incendios. Además, el rendimiento global del módulo fotovoltaico está afectado cuando las células del módulo no están perfectamente emparejadas, es decir, elegidas en función de la similitud de sus parámetros eléctricos.

15

20

25

El documento "Analysis and Control of Mismatch Power Loss in Photovoltaic Arrays" de David Roche et al., Progress in Photovoltaics: research and applications, vol.3, 115-127, 1995, describe diferentes estrategias para emparejar las células fotovoltaicas dentro de un módulo fotovoltaico.

30

El documento US 6.265.242 B1 describe diferentes criterios de selección y clasificación de células solares para utilización en un módulo fotovoltaico, teniendo dicho módulo al menos dos grupos de células que presentan unas características diferentes.

Exposición de la invención

35

Una finalidad de la presente invención es proponer un módulo fotovoltaico dentro del que la localización, o la ubicación, de cada una de las células fotovoltaicas se optimiza, con el fin de aumentar la capacidad de conversión energía solar / energía eléctrica del módulo fotovoltaico.

40

Para ello, se propone un módulo fotovoltaico que incluye unas primeras células fotovoltaicas y unas segundas células fotovoltaicas, unidas eléctricamente entre sí y dispuestas las unas al lado de las otras, en el que las primeras células fotovoltaicas incluyen cada una una corriente de cortocircuito de valor inferior o igual al de la corriente de cortocircuito de cada una de las segundas células fotovoltaicas del módulo fotovoltaico y están dispuestas al nivel de bordes y/o de extremos del módulo fotovoltaico.

45

La presente invención se refiere a un módulo fotovoltaico que incluye unas primeras células fotovoltaicas y unas segundas células fotovoltaicas, unidas eléctricamente entre sí y dispuestas las unas al lado de las otras, en el que las primeras células fotovoltaicas incluyen cada una una corriente de cortocircuito de valor inferior al de la corriente de cortocircuito de cada una de las segundas células fotovoltaicas del módulo fotovoltaico y están dispuestas al nivel de bordes y/o de extremos del módulo fotovoltaico.

50

Por el hecho de que las células fotovoltaicas que presentan las corrientes de cortocircuito más escasas, llamadas primeras células fotovoltaicas, están dispuestas al nivel de uno o varios bordes del módulo fotovoltaico, que corresponde a la o a las zonas del módulo donde la luz reflejada es lo más fuerte, las otras células fotovoltaicas, llamadas segundas células fotovoltaicas y que presentan las corrientes de cortocircuito más fuertes, que están dispuestas, por ejemplo, en el centro del módulo están destinadas, por lo tanto, a estar sobreiluminadas con respecto a las primeras células fotovoltaicas.

55

60

Las primeras células fotovoltaicas están dispuestas al nivel de los bordes y/o de los extremos del módulo fotovoltaico, que corresponde a las zonas del módulo donde se produce la iluminación más fuerte debido, en concreto, a la reflexión y a la difusión luminosa de la "backsheet" (película de protección que se encuentra en la parte trasera del módulo fotovoltaico), de las interconexiones metálicas y del marco del módulo fotovoltaico.

65

De este modo, para un lote dado de células fotovoltaicas destinadas a utilizarse en el módulo fotovoltaico, el rendimiento de conversión del módulo fotovoltaico se optimiza eligiendo juiciosamente las ubicaciones de las células fotovoltaicas dentro del módulo en función del valor de su corriente de cortocircuito I_{SC} . Una optimización de este tipo permite mejorar la corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico, que se traduce en una ganancia de corriente de

cortocircuito del módulo que puede ser superior a aproximadamente un 1 %.

La invención puede aplicarse a cualquier tipo de células fotovoltaicas.

5 Se propone, igualmente, un módulo fotovoltaico que incluye una pluralidad de células fotovoltaicas unidas eléctricamente entre sí y dispuestas las unas al lado de las otras, en el que las células fotovoltaicas dispuestas al nivel de los bordes y/o de los extremos del módulo fotovoltaico incluyen cada una una corriente de cortocircuito de valor inferior o igual al de la corriente de cortocircuito de cada una de las otras células fotovoltaicas del módulo fotovoltaico que no están dispuestas al nivel de los bordes y/o de los extremos del módulo.

10 Una célula fotovoltaica dispuesta al nivel de uno de los bordes del módulo fotovoltaico puede corresponder a una célula que incluye al menos uno de sus lados que no esté dispuesto respecto a al menos otra de las células fotovoltaicas del módulo. Una célula fotovoltaica dispuesta al nivel de uno de los extremos del módulo fotovoltaico puede corresponder a una célula que incluye al menos dos de sus lados que no estén dispuestos respecto a al menos otra de las células fotovoltaicas del módulo.

15 Se propone, igualmente, un módulo fotovoltaico que incluye unas células fotovoltaicas de un primer grupo dispuestas al nivel de bordes exteriores del módulo fotovoltaico y en la periferia, es decir, alrededor, de células fotovoltaicas de un segundo grupo, en el que cada una de las células fotovoltaicas del primer grupo incluye una corriente de cortocircuito de valor inferior o igual al de la corriente de cortocircuito de cada una de las células fotovoltaicas del segundo grupo.

20 Cada una de las células fotovoltaicas del módulo fotovoltaico puede incluir un factor de forma superior a aproximadamente 0,70 (o un 70 %) y preferentemente superior o igual a aproximadamente 0,75 (o un 75 %). Un factor de forma de este tipo corresponde al factor de forma propio de cada célula, medido antes de la puesta en módulo de las células.

25 Las células fotovoltaicas del módulo fotovoltaico pueden estar dispuestas las unas al lado de las otras formando una matriz de forma rectangular de $M \times N$ células, incluyendo el módulo fotovoltaico $2(M+N-2)$ primeras células fotovoltaicas, siendo M y N unos números enteros superiores o iguales a 3. En este caso, el módulo fotovoltaico puede incluir $M \cdot N - 2(M+N-2)$ segundas células fotovoltaicas. M y N pueden ser de valores diferentes o similares.

30 En este caso, cuatro primeras células fotovoltaicas pueden estar dispuestas al nivel de las esquinas de la matriz de forma rectangular y pueden incluir cada una una corriente de cortocircuito de valor inferior o igual al de la corriente de cortocircuito de cada una de las otras primeras células fotovoltaicas. Las esquinas de la matriz pueden corresponder a los extremos del módulo fotovoltaico.

35 Es posible, igualmente, que M o N tenga un valor inferior a 3. De este modo, es posible tener, por ejemplo, $N = 1$, pudiendo las células fotovoltaicas del módulo estar en este caso dispuestas en forma de una fila de M células. Las primeras células fotovoltaicas, en número de dos, pueden ser las células dispuestas en los extremos de la fila, incluso cuando hay más de dos células que tienen una corriente de cortocircuito inferior a las otras células. Sucede lo mismo si $N = 2$, pudiendo las primeras células fotovoltaicas, en número de cuatro, ser las células dispuestas en los extremos de las dos filas de células. En este tipo de configuración, el término "en la periferia de" puede comprenderse como que significa "en los extremos de".

40 Las células fotovoltaicas del módulo fotovoltaico pueden estar dispuestas las unas al lado de las otras formando una o dos filas de P células fotovoltaicas, incluyendo el módulo fotovoltaico dos o cuatro primeras células fotovoltaicas dispuestas en los extremos respectivamente de la o de las filas de P células fotovoltaicas, siendo P un número entero superior o igual a 3.

45 Es posible, igualmente, que el módulo fotovoltaico tenga una forma que no sea rectangular, por ejemplo, hexagonal o incluso "redonda" (estando las células dispuestas las unas al lado de las otras según un motivo que forma aproximadamente un disco). Se pueden posicionar las primeras células fotovoltaicas que tienen una corriente de cortocircuito inferior a las de las otras células en el bordillo del módulo.

50 Se propone, igualmente, un procedimiento de realización de un módulo fotovoltaico, que incluye al menos las etapas de:

- 55
- selección, de entre un conjunto de células fotovoltaicas destinadas a formar parte del módulo fotovoltaico, de primeras células fotovoltaicas que incluyen cada una una corriente de cortocircuito de valor inferior o igual al de la corriente de cortocircuito de cada una de segundas células fotovoltaicas que corresponden a las células no seleccionadas del conjunto de las células fotovoltaicas;
 - disposición del conjunto de las células fotovoltaicas las unas al lado de las otras y tales que las primeras células fotovoltaicas estén dispuestas al nivel de bordes y/o de extremos del módulo fotovoltaico;
 - 60 - realización de uniones eléctricas entre el conjunto de las células fotovoltaicas.
- 65

Se propone, igualmente, un procedimiento de realización de un módulo fotovoltaico, que incluye al menos las etapas de:

- 5 - selección, de entre un conjunto de células fotovoltaicas destinadas a formar parte del módulo fotovoltaico, de células fotovoltaicas de un primer grupo destinadas a estar dispuestas al nivel de bordes exteriores del módulo fotovoltaico tal que cada una de las células fotovoltaicas del primer grupo incluye una corriente de cortocircuito de valor inferior o igual al de la corriente de cortocircuito de cada una de las células fotovoltaicas de un segundo grupo que corresponden a las células no seleccionadas del conjunto de células fotovoltaicas;
- 10 - disposición de las células fotovoltaicas del primer grupo en la periferia de las células fotovoltaicas del segundo grupo.

La invención se refiere, igualmente, a un procedimiento de realización de un módulo fotovoltaico, que incluye al menos las etapas de:

- 15 - selección, de entre un conjunto de células fotovoltaicas destinadas a formar parte del módulo fotovoltaico, de primeras células fotovoltaicas que incluyen cada una una corriente de cortocircuito de valor inferior al de la corriente de cortocircuito de cada una de segundas células fotovoltaicas que corresponden a las células no seleccionadas del conjunto de las células fotovoltaicas;
- 20 - disposición del conjunto de las células fotovoltaicas las unas al lado de las otras y tales que las primeras células fotovoltaicas estén dispuestas al nivel de bordes y/o de extremos del módulo fotovoltaico;
- realización de uniones eléctricas entre el conjunto de las células fotovoltaicas.

Se propone, igualmente, un procedimiento de realización de un módulo fotovoltaico, que incluye al menos las etapas de:

- 25 - selección, de entre una pluralidad de células fotovoltaicas destinadas a formar parte del módulo fotovoltaico, de las que incluyen las corrientes de cortocircuito más escasas;
- 30 - disposición de dicha pluralidad de células fotovoltaicas las unas al lado de las otras tales que las células fotovoltaicas destinadas a estar dispuestas al nivel de los bordes y/o de los extremos del módulo fotovoltaico corresponden a las seleccionadas anteriormente.

Las células fotovoltaicas están preferentemente unidas eléctricamente entre sí en serie.

35 El procedimiento puede incluir, además, antes de la etapa de selección de las primeras células fotovoltaicas, una etapa de selección de dicho conjunto de células fotovoltaicas de entre un número más importante de células fotovoltaicas tal que las células de dicho conjunto de células fotovoltaicas incluyen cada una un factor de forma superior a aproximadamente 0,70 y ventajosamente superior o igual a 0,75.

40 El conjunto de las células fotovoltaicas del módulo fotovoltaico puede estar dispuestas las unas al lado de las otras formando una matriz de forma rectangular de $M \times N$ células y el módulo fotovoltaico puede incluir $2(M+N-2)$ primeras células fotovoltaicas, siendo M y N unos números enteros superiores o iguales a 3.

45 En este caso, el procedimiento puede incluir, además, entre la etapa de selección de las primeras células fotovoltaicas y la etapa de disposición de las células fotovoltaicas del módulo, una etapa de selección, de entre las primeras células fotovoltaicas, de cuatro células fotovoltaicas que incluyen las corrientes de cortocircuito más escasas, estando dichas cuatro células fotovoltaicas dispuestas, a continuación, al nivel de las esquinas de la matriz de forma rectangular.

Breve descripción de los dibujos

50 La presente invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción de ejemplos de realización dados a título puramente indicativo y de ninguna manera limitativo haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa un módulo fotovoltaico, objeto de la presente invención, según un modo de realización particular;
- 55 - la figura 2 representa dos módulos fotovoltaicos de los que uno corresponde al objeto de la presente invención según un modo de realización particular;
- la figura 3 representa los valores de los factores de forma y de las corrientes de cortocircuito de las células fotovoltaicas de los dos módulos representados en la figura 2;
- la figura 4 representa las características I(U) de los dos módulos representados en la figura 2;
- 60 - la figura 5 representa un módulo fotovoltaico, objeto de la presente invención, según otro modo de realización particular.

Unas partes idénticas, similares o equivalentes de las diferentes figuras descritas a continuación llevan las mismas referencias numéricas, de forma que se facilite el paso de una figura a la otra.

65 Las diferentes partes representadas en las figuras no lo están necesariamente según una escala uniforme, para hacer

las figuras más legibles.

Las diferentes posibilidades (variantes y modos de realización) deben comprenderse como que no son exclusivas las unas de las otras y pueden combinarse entre sí.

5

Exposición detallada de modos de realización particulares

Se hace referencia, en primer lugar, a la figura 1 que representa de manera esquemática un módulo fotovoltaico 100 según un modo de realización particular.

10

El módulo fotovoltaico 100 incluye doce células fotovoltaicas 102.1 - 102.12 unidas eléctricamente entre sí, en este documento, en serie y ensambladas mecánicamente sobre una cara de un bastidor 104 en forma de una matriz rectangular de dimensiones 3 × 4 (3 líneas y 4 columnas). El tipo y la tecnología de las células fotovoltaicas 102.1 - 102.12 pueden elegirse en función de la aplicación considerada del módulo fotovoltaico 100, así como de las prestaciones y del coste deseados del módulo. De este modo, las células fotovoltaicas 102.1 - 102.12 pueden estar compuestas por silicio monocristalino, amorfo o multicristalino, o bien estar compuestas por uno u otros varios semiconductores. Pueden corresponder, igualmente, a unas células de homoconfluencia o de heteroconfluencia, incluir unos contactos eléctricos en caras delantera y trasera o únicamente en cara trasera, etc.

15

20

Las células fotovoltaicas 102.1 - 102.12 del módulo fotovoltaico 100 presentan un factor de forma superior o igual a aproximadamente 0,70 o un 70% y ventajosamente superior o igual a aproximadamente 0,75 o un 75 %. El factor de forma (FF o "Fill Factor" en inglés) de una célula fotovoltaica corresponde a la relación $\frac{P_m}{V_{oc} \times I_{sc}}$, con P_m que corresponde a la potencia máxima de la célula, V_{oc} la tensión en circuito abierto de la célula e I_{sc} la corriente en cortocircuito de la célula.

25

La posición de cada una de las células fotovoltaicas 102.1 - 102.12 dentro de la matriz rectangular se elige en función del valor de la corriente de cortocircuito I_{sc} de cada célula, con el fin de aumentar la corriente de cortocircuito global del módulo fotovoltaico 100 y, de este modo, aumentar el rendimiento de conversión fotovoltaica del módulo 100. Para ello, se seleccionan, de entre el conjunto de las células destinadas a formar el módulo fotovoltaico 100, las que presentan los valores más escasos de corriente de cortocircuito I_{sc} . Durante el ensamblaje de las células fotovoltaicas sobre el bastidor 104, estas se disponen al nivel de los bordes del módulo 100.

30

De este modo, en el ejemplo de la figura 1, de entre las doce células fotovoltaicas 102.1 - 102.12, las diez de entre ellas que están dispuestas al nivel de los bordes exteriores del módulo fotovoltaico 100 (que corresponden en este documento a las células 102.1, 102.2, 102.3, 102.4, 102.5, 102.8, 102.9, 102.10, 102.11 y 102.12) corresponden a las diez células que presentan los valores más escasos de corriente de cortocircuito de entre las doce células 102.1 - 102.12. Por lo tanto, se eligen, de entre el conjunto inicial de las doce células fotovoltaicas, las diez que presentan las corrientes de cortocircuito más escasas y que estarán dispuestas al nivel de los bordes del módulo 100. Estas diez primeras células fotovoltaicas pueden verse como dispuestas al nivel de los bordes del módulo fotovoltaico 100 y en la periferia, o alrededor, de segundas células fotovoltaicas que corresponden en este documento a las dos células 102.6 y 102.7. Cada una de las primeras células fotovoltaicas incluye al menos un lado que no está dispuesto respecto a otra célula fotovoltaica del módulo 100 (contrariamente a las células 102.6 y 102.7 que incluyen sus cuatro lados dispuestos cada uno respecto a otra célula fotovoltaica del módulo).

35

40

45

Con el fin de aumentar todavía la corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico 100, se pueden colocar ventajosamente, al nivel de las esquinas del módulo fotovoltaico 100, las cuatro primeras células que presentan las corrientes de cortocircuito más escasas de entre las doce células. En el ejemplo de la figura 1, estas cuatro células corresponden a las células referencias 102.1, 102.4, 102.9 y 102.12.

50

El módulo fotovoltaico 100 puede incluir un número más o menos importante de células fotovoltaicas. Por ejemplo, el conjunto de las células fotovoltaicas del módulo fotovoltaico puede estar dispuestas las unas al lado de las otras formando una matriz de forma rectangular de $M \times N$ células, siendo M y N unos números enteros superiores o iguales a 3. En este caso, las primeras células fotovoltaicas, es decir, las que están dispuestas al nivel de los bordes exteriores del módulo fotovoltaicos, están en número de $2(M+N-2)$. El número de segundas células fotovoltaicas, es decir, las que están rodeadas por las primeras células, están en número de $M.N - 2(M+N-2)$.

55

Por ejemplo, para un módulo fotovoltaico que incluye 60 células dispuestas en forma de una matriz rectangular, se identifican las 28 células que presentan los valores más escasos de corriente de cortocircuito. Estas 28 células, llamadas primeras células fotovoltaicas, corresponden a las que estarán dispuestas en la periferia, al nivel de los bordes exteriores del módulo fotovoltaico. Las cuatro células que presentarán los valores de corriente de cortocircuito más escasos estarán ventajosamente dispuestas al nivel de las esquinas del módulo. Este módulo puede estar realizado, por ejemplo, en forma de una matriz rectangular formada por seis líneas de diez células fotovoltaicas, siendo cada célula, por ejemplo, de forma cuadrada. Las cuatro primeras células fotovoltaicas dispuestas en las esquinas presentan unos valores de corriente de cortocircuito que no rebasan un valor máximo llamado I_{sc1} . Las otras 24 primeras células fotovoltaicas dispuestas al nivel de los bordes exteriores del módulo presentan unos valores de

60

65

corriente de cortocircuito superiores a I_{SC1} y no rebasan un valor máximo llamado I_{SC2} . Por último, las 32 células fotovoltaicas restantes, llamadas segundas células fotovoltaicas, que están dispuestas en el centro del módulo fotovoltaico y rodeadas por las 28 primeras células fotovoltaicas, presentan unos valores de corriente de cortocircuito superiores a I_{SC2} .

5 En el ejemplo de más arriba, las células fotovoltaicas están repartidas, por lo tanto, en tres categorías: las de valores de corriente de cortocircuito más escasos (de valores I_{SC} tales que $I_{SC} \leq I_{SC1}$) que están dispuestas al nivel de las esquinas del módulo, luego, las que presentan unos valores de corriente de cortocircuito un poco más elevados (de valores I_{SC} tales que $I_{SC1} < I_{SC} \leq I_{SC2}$) dispuestas al nivel de los bordes del módulo y, por último, las que presentan los valores de cortocircuito más elevados (de valores I_{SC} tales que $I_{SC2} < I_{SC}$) dispuestas en el centro del módulo.

15 Cuando el módulo fotovoltaico es de forma rectangular, puede ser ventajoso repartir las células fotovoltaicas en cuatro categorías: las de valores de corriente de cortocircuito más escasos (de valores I_{SC} tales que $I_{SC} \leq I_{SC1}$) que están dispuestas al nivel de las esquinas del módulo, luego, las que presentan unos valores de corriente de cortocircuito un poco más elevados (de valores I_{SC} tales que $I_{SC1} < I_{SC} \leq I_{SC2}$) dispuestas al nivel de los bordes del módulo que se extienden en el sentido de la longitud del módulo, luego, las que presentan unos valores de corriente de cortocircuito todavía un poco más elevados (de valores I_{SC} tales que $I_{SC2} < I_{SC} \leq I_{SC3}$) dispuestas al nivel de los bordes del módulo que se extienden en el sentido de la anchura del módulo y, por último, las que presentan los valores de cortocircuito más elevados (de valores I_{SC} tales que $I_{SC3} < I_{SC}$) dispuestas en el centro del módulo.

20 De este modo, para un módulo fotovoltaico que incluye 120 células dispuestas en forma de una matriz rectangular que comprende, por ejemplo, seis líneas de veinte células fotovoltaicas, siendo cada célula, por ejemplo, de forma rectangular, las cuatro primeras células fotovoltaicas que presentan los valores de corriente de cortocircuito más escasos de entre el conjunto de las 120 células están dispuestas al nivel de las cuatro esquinas del módulo. Estas cuatro primeras células fotovoltaicas presentan unos valores de corriente de cortocircuito que no rebasan un valor máximo llamado I_{SC1} . Otras 36 primeras células fotovoltaicas están dispuestas al nivel de los bordes exteriores del módulo que se extienden en el sentido de la longitud del módulo (por ejemplo, los bordes superior e inferior del módulo) y presentan unos valores de corriente de cortocircuito superiores a I_{SC1} y que no rebasan un valor máximo llamado I_{SC2} . Otras 8 primeras células fotovoltaicas están dispuestas al nivel de bordes exteriores del módulo que presentan en el sentido de la anchura del módulo (por ejemplo, los bordes laterales del módulo) y presentan unos valores de corriente de cortocircuito superiores a I_{SC2} y que no rebasan un valor máximo llamado I_{SC3} .

35 Por último, las 72 células fotovoltaicas restantes, llamadas segundas células fotovoltaicas, que están dispuestas en el centro del módulo fotovoltaico y rodeadas por las 48 primeras células fotovoltaicas, presentan unos valores de corriente de cortocircuito superiores a I_{SC3} .

40 En este momento, se describe la realización y la comparación de las prestaciones de dos módulos fotovoltaicos 200 y 300, estando el módulo 200 realizado disponiendo las células fotovoltaicas que presentan las corrientes de cortocircuito más escasas al nivel de los bordes exteriores del módulo 200, mientras que el módulo 300 está realizado disponiendo las células fotovoltaicas que presentan las corrientes de cortocircuito más fuertes al nivel de los bordes exteriores del módulo 300. Estos dos módulos 200 y 300 están representados en la figura 2.

45 Con el fin de realizar una comparación objetiva de las prestaciones de los dos módulos 200 y 300, las células fotovoltaicas utilizadas para realizar los dos módulos fotovoltaicos 200 y 300 proceden de un mismo lote de células, de tecnologías idénticas, destinadas a realizar unos módulos fotovoltaicos sustancialmente de misma potencia. De entre el conjunto de las células del lote, se realiza una primera selección, con el fin de solo conservar, para la realización de los dos módulos 200 y 300, unas células fotovoltaicas que presentan un factor de forma superior o igual a aproximadamente 0,70 y preferentemente superior o igual a aproximadamente 0,75.

50 La figura 3 representa los valores de los factores de forma FF (en ordenadas) en función de los valores de las corrientes de cortocircuito I_{SC} (en abscisas) de las 24 células seleccionadas para realizar los dos módulos 200 y 300. Los doce rombos representan los valores de estas características para cada una de las doce células fotovoltaicas del módulo 200, mientras que los doce cuadrados representan los valores de estas características para las doce células fotovoltaicas del módulo 300. Con esta figura, se ve que los valores medios de los factores de forma y de las corrientes de cortocircuito de las células fotovoltaicas de los dos módulos 200 y 300 son sustancialmente similares. Se ve, igualmente, que en cada uno de los módulos 200 y 300, la célula fotovoltaica limitante, que corresponde a la célula fotovoltaica que incluye el valor de corriente de cortocircuito más escaso, es casi idéntica (valores de corriente de cortocircuito muy cercanos y de factor de forma casi idénticos) para los dos módulos.

60 La tabla de más abajo indica, para cada uno de los módulos 200 y 300, la suma de las corrientes de cortocircuito I_{SC} de las células fotovoltaicas del módulo, así como la media y el desvío tipo de las corrientes de cortocircuito I_{SC} y de los factores de forma iniciales FF de las células del módulo.

	Módulo 200	Módulo 300
Suma I_{SC} (mA)	62094,53	62138,86
Media I_{SC} (mA)	5174,54	5178,24

ES 2 699 640 T3

Desvío tipo I_{sc} (mA)	42,25	34,67
Media FF (%)	77,45	77,3
Desvío tipo FF (%)	0,65	0,57

5 Los módulos 200 y 300 incluyen cada uno doce células fotovoltaicas, respectivamente referenciadas 202.1 - 202.12 para el módulo 200 y 302.1 - 302.12 para el módulo 300, dispuestas en forma de un matriz de 3×4 , de manera análoga a las células 102.1 - 102.12 del módulo 100. En el módulo 200, son, por lo tanto, las células fotovoltaicas 202.6 y 202.7, las que están rodeadas por las otras células 202.1 - 202.5 y 202.8 - 202.12, que presentan las corrientes de cortocircuito más fuertes, respectivamente iguales a aproximadamente 5251 mA y 5223 mA. Los valores de las corrientes de cortocircuito de las otras células 202.1 - 202.5 y 202.8 - 202.12 están comprendidos entre aproximadamente 5119 mA y 5202 mA. Al contrario, en el módulo 300, son las células fotovoltaicas 302.6 y 302.7, las que están rodeadas por las otras células 302.1 - 302.5 y 302.8 - 302.12, que presentan las corrientes de cortocircuito más escasas, respectivamente iguales a aproximadamente 5114 mA y 5130 mA, estando los valores de las corrientes de cortocircuito de las otras células 302.1 - 302.5 y 302.8 - 302.12 comprendidos entre aproximadamente 5146 mA y 5216 mA.

15 En el módulo 200, las células que presentan las mejores capacidades de conversión fotovoltaica están dispuestas, por lo tanto, en el centro del módulo. La imagen en electroluminiscencia del módulo 200 en funcionamiento muestra una zona más luminosa en el centro (al nivel de las dos células 202.6 y 202.7) que en el borde del módulo. En el módulo 300, las células que presentan las mejores capacidades de conversión fotovoltaica están dispuestas al nivel de los bordes del módulo. La imagen en electroluminiscencia del módulo 300 en funcionamiento es más homogénea que la del módulo 200.

20 Las curvas 204 y 304 representadas en la figura 4 corresponden respectivamente a las características $I(U)$ de los módulos 200 y 300. De este modo, se ve que el valor de la corriente de cortocircuito del módulo 200 es igual a 5,322 A, mientras que el del módulo 300 es igual a 5,254 A, lo que representa una ganancia de corriente de cortocircuito de aproximadamente un 1,3 %. Por lo tanto, se ve que, para un conjunto de células fotovoltaicas destinadas a servir para la realización de un módulo fotovoltaico, la disposición de las células fotovoltaicas de valores de corrientes de cortocircuito más escasos al nivel de los bordes del módulo permite aumentar la corriente de cortocircuito del módulo y, por lo tanto, aumentar su capacidad de conversión fotovoltaica.

30 La figura 5 representa otro ejemplo de realización de un módulo fotovoltaico 400 en el que la disposición de las células fotovoltaicas se optimiza en función de los valores de las corrientes de cortocircuito de estas células.

35 El módulo fotovoltaico 400 incluye cinco células fotovoltaicas referenciadas 402.1 - 402.5 dispuestas en forma de una sola fila de cinco células. De entre estas cinco células fotovoltaicas, las dos células 402.1 y 402.5 dispuestas en los extremos de la fila se eligen como que son las que, de entre las cinco células 402.1 - 402.5, incluyen las corrientes de cortocircuito más escasas. Las dos células 402.1 y 402.5 corresponden, por lo tanto, a las primeras células fotovoltaicas que están dispuestas al nivel de las zonas del módulo donde la luz reflejada es lo más fuerte, las otras células fotovoltaicas 402.2 - 402.4, llamadas segundas células fotovoltaicas y que presentan las corrientes de cortocircuito más fuertes, están dispuestas en el centro del módulo y están destinadas, por lo tanto, a estar sobreiluminadas con respecto a las primeras células fotovoltaicas.

40 Como variante, el módulo fotovoltaico podría incluir dos filas de células fotovoltaicas. En este caso, las cuatro células que estarían dispuestas en los extremos de las dos filas se elegirían como que son las que, de entre el conjunto de las células del módulo, incluyen las corrientes de cortocircuito más escasas.

REIVINDICACIONES

1. Módulo fotovoltaico (100, 200, 400) que incluye unas primeras células fotovoltaicas (102.1 - 102.5; 102.8 - 102.12; 202.1 - 202.5; 202.8 - 202.12; 402.1; 402.5) y unas segundas células fotovoltaicas (102.6 - 102.7; 202.6 - 202.7; 402.2 - 402.4), unidas eléctricamente entre sí y dispuestas las unas al lado de las otras, en el que las primeras células fotovoltaicas (102.1 - 102.5; 102.8 - 102.12; 202.1 - 202.5; 202.8 - 202.12; 402.1; 402.5) incluyen cada una una corriente de cortocircuito de valor inferior al de la corriente de cortocircuito de cada una de las segundas células fotovoltaicas (102.6 - 102.7; 202.6 - 202.7; 402.2 - 402.4) del módulo fotovoltaico (100, 200, 400) y están dispuestas al nivel de los bordes y/o de los extremos del módulo fotovoltaico (100, 200, 400).
2. Módulo fotovoltaico (100, 200, 400) según la reivindicación 1, en el que cada una de las células fotovoltaicas (102.1 - 102.12; 202.1 - 202.12; 402.1 - 402.5) del módulo fotovoltaico (100, 200, 400) incluye un factor de forma superior a aproximadamente 0,70.
3. Módulo fotovoltaico (100, 200) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las células fotovoltaicas (102.1 - 102.12; 202.1 - 202.12) del módulo fotovoltaico (100, 200) están dispuestas las unas al lado de las otras formando una matriz de forma rectangular de $M \times N$ células, incluyendo el módulo fotovoltaico (100, 200) $2(M+N-2)$ primeras células fotovoltaicas (102.1- 102.5; 102.8 - 102.12; 202.1 - 202.5; 202.8 - 202.12), siendo M y N unos números enteros superiores o iguales a 3.
4. Módulo fotovoltaico (100, 200) según la reivindicación 3, en el que cuatro primeras células fotovoltaicas (102.1, 102.4, 102.9, 102.12, 202.1, 202.4, 202.9, 202.12) están dispuestas al nivel de las esquinas de la matriz de forma rectangular e incluyen cada una de ellas una corriente de cortocircuito de valor inferior o igual al de la corriente de cortocircuito de cada una de las otras primeras células fotovoltaicas (102.2, 102.3, 102.5, 102.8, 102.10, 102.11, 202.2, 202.3, 202.5, 202.8, 202.10, 202.11).
5. Módulo fotovoltaico (400) según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que las células fotovoltaicas (402.1 - 402.5) del módulo fotovoltaico (400) están dispuestas las unas al lado de las otras formando una o dos filas de P células fotovoltaicas (402.1 - 402.5), incluyendo el módulo fotovoltaico (400) dos o cuatro primeras células fotovoltaicas (402.1; 402.5) dispuestas en los extremos respectivamente de la o de las filas de P células fotovoltaicas (402.1 - 402.5), siendo P un número entero superior o igual a 3.
6. Procedimiento de realización de un módulo fotovoltaico (100, 200, 400), que incluye al menos las etapas de:
- selección, de entre un conjunto de células fotovoltaicas (102.1 - 102.12; 202.1 - 202.12; 402.1 - 402.5) destinadas a formar parte del módulo fotovoltaico (100, 200, 400), de primeras células fotovoltaicas (102.1 - 102.5; 102.8 - 102.12; 202.1 - 202.5; 202.8 - 202.12; 402.1; 402.5) que incluyen cada una de ellas una corriente de cortocircuito de valor inferior al de la corriente de cortocircuito de cada una de segundas células fotovoltaicas (102.6 - 102.7; 202.6 - 202.7; 402.2 - 402.4) que corresponden a las células no seleccionadas del conjunto de las células fotovoltaicas (102.1 - 102.12; 202.1 - 202.12; 402.1 - 402.5);
 - disposición del conjunto de las células fotovoltaicas (102.1 - 102.12; 202.1 - 202.12; 402.1 - 402.5) las unas al lado de las otras y tales que las primeras células fotovoltaicas (102.1 - 102.5; 102.8 - 102.12; 202.1 - 202.5; 202.8 - 202.12; 402.1; 402.5) estén dispuestas al nivel de los bordes y/o de los extremos del módulo fotovoltaico (100, 200, 400);
 - realización de uniones eléctricas entre el conjunto de las células fotovoltaicas (102.1- 102.12; 202.1 - 202.12; 402.1 - 402.5).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, que incluye, además, antes de la etapa de selección de las primeras células fotovoltaicas (102.1- 102.5; 102.8 - 102.12; 202.1 - 202.5; 202.8 - 202.12; 402.1; 402.5), una etapa de selección de dicho conjunto de células fotovoltaicas (102.1 - 102.12; 202.1 - 202.12; 402.1 - 402.5) de entre un número más importante de células fotovoltaicas tal que las células de dicho conjunto de células fotovoltaicas (102.1 - 102.12; 202.1 - 202.12; 402.1 - 402.5) incluyen cada una un factor de forma superior a aproximadamente 0,70.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 o 7, en el que el conjunto de las células fotovoltaicas (102.1 - 102.12; 202.1 - 202.12) del módulo fotovoltaico (100, 200) están dispuestas las unas al lado de las otras formando una matriz de forma rectangular de $M \times N$ células, incluyendo el módulo fotovoltaico (100, 200) $2(M+N-2)$ primeras células fotovoltaicas (102.1- 102.5; 102.8 - 102.12; 202.1 - 202.5; 202.8 - 202.12), siendo M y N unos números enteros superiores o iguales a 3.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, que incluye, además, entre la etapa de selección de las primeras células fotovoltaicas (102.1- 102.5; 102.8 - 102.12; 202.1 - 202.5; 202.8 - 202.12) y la etapa de disposición de las células fotovoltaicas (102.1 - 102.12; 202.1 - 202.12) del módulo (100, 200), una etapa de selección, de entre las primeras células fotovoltaicas (102.1 - 102.5; 102.8 - 102.12; 202.1 - 202.5; 202.8 - 202.12), de cuatro células fotovoltaicas (102.1, 102.4, 102.9, 102.12, 202.1, 202.4, 202.9, 202.12) que incluyen las corrientes de cortocircuito más escasas, estando dichas cuatro células fotovoltaicas (102.1, 102.4, 102.9, 102.12, 202.1, 202.4, 202.9, 202.12) dispuestas, a continuación, al nivel de las esquinas de la matriz de forma rectangular.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 o 7, en el que las células fotovoltaicas (402.1 - 402.5) del módulo fotovoltaico (400) están dispuestas las unas al lado de las otras formando una o dos filas de P células fotovoltaicas (402.1 - 402.5), incluyendo el módulo fotovoltaico (400) dos o cuatro primeras células fotovoltaicas (402.1; 402.5) dispuestas en los extremos respectivamente de la o de las filas de P células fotovoltaicas (402.1 - 402.5), siendo P un número entero superior o igual a 3.

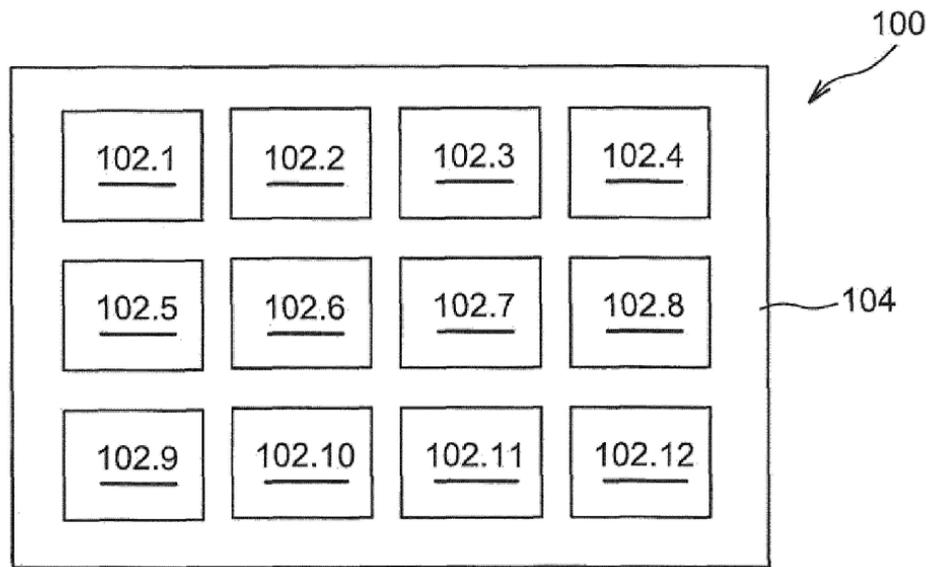


FIG. 1

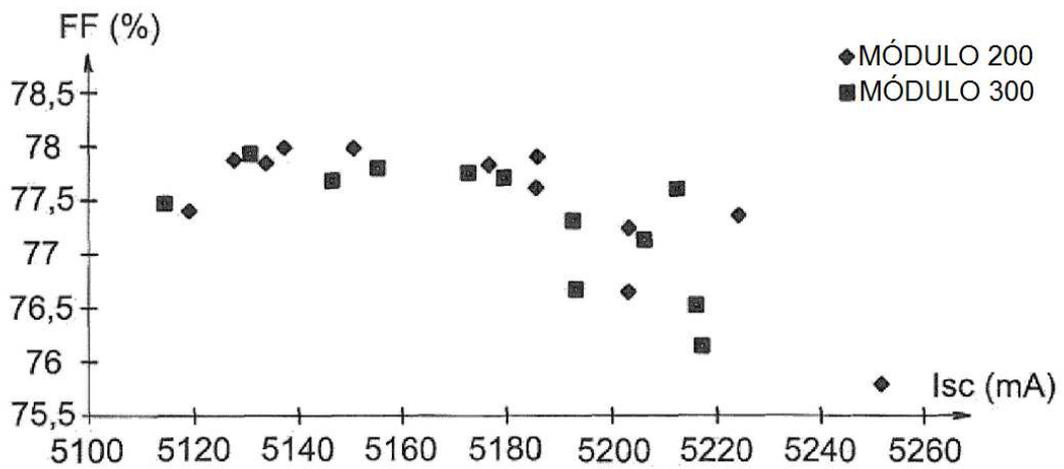


FIG. 3

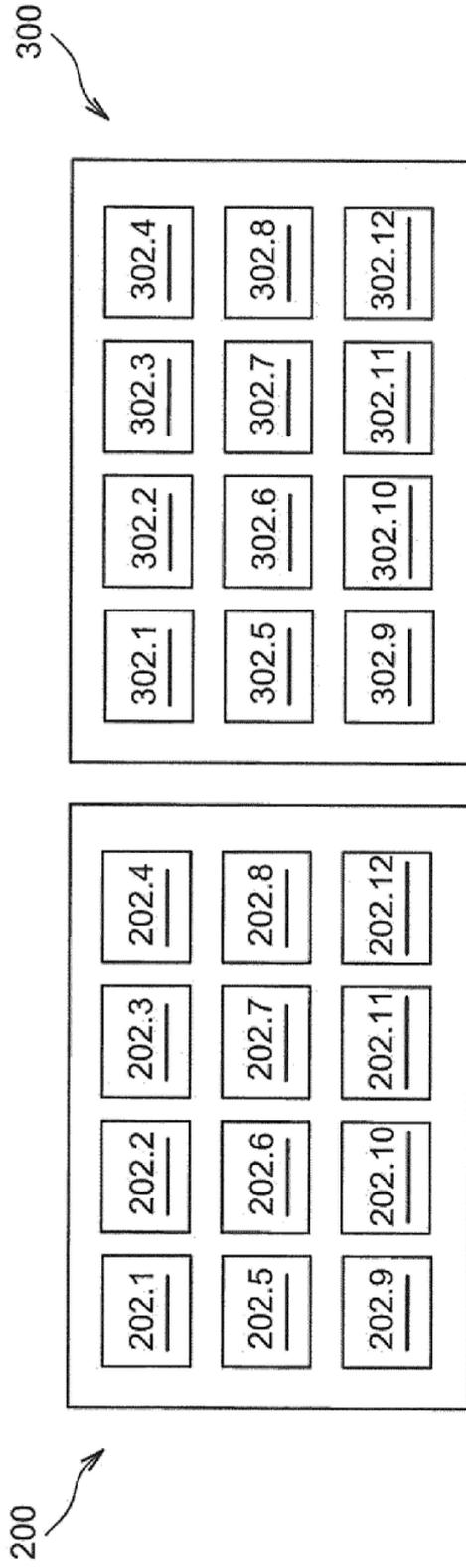


FIG. 2

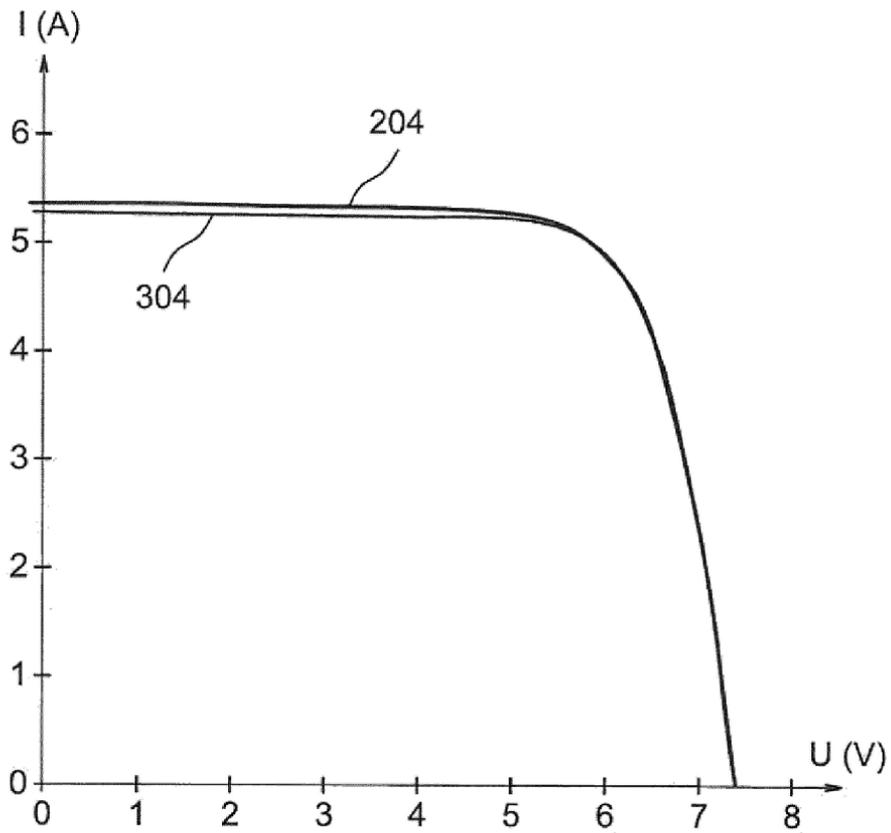


FIG. 4

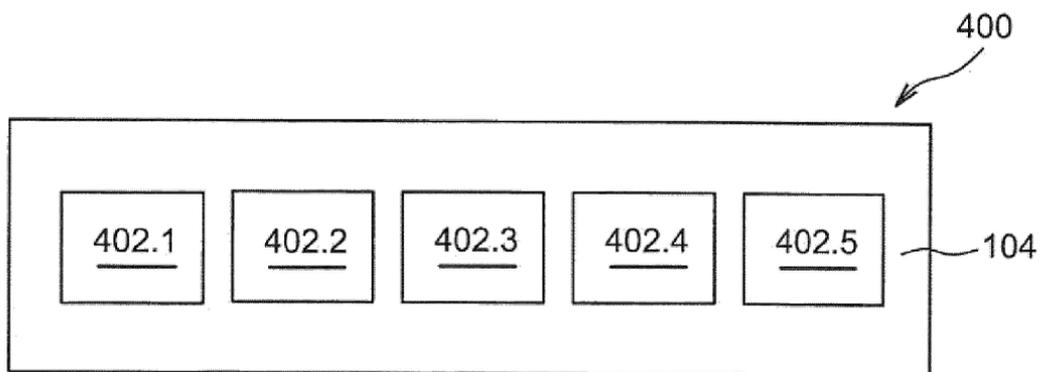


FIG. 5