



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 325**

51 Int. Cl.:
H01L 31/052 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09154530 .1**

96 Fecha de presentación : **06.03.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2226852**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2010**

54 Título: **Célula solar de bajo coste.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.10.2011

73 Titular/es: **SUINNO SOLAR Oy**
P.O. Box 346 - Unioninkata 20-22
00131 Helsinki, FI

72 Inventor/es: **Väänänen, Mikko**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 366 325 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

Célula solar de bajo coste

Campo técnico de la invención

La invención se refiere a una nueva célula solar de bajo coste

5 **Antecedentes**

El rendimiento de las células solares fotovoltaicas ha estado en desarrollo constante durante décadas. A lo largo de los años, se han lanzado varios intentos para mejorar su eficacia y potencia generada. Éstos incluyen las solicitudes de patente FI20070264, FI20070743 y FI2007801 del inventor.

10 El documento US 6689949 también describe un intento interesante para establecer una central eléctrica solar de un intervalo de potencia de unos pocos kW hasta 50 kW. Los concentradores ópticos parabólicos externos se usan para concentrar la luz solar en una cavidad reflectante fabricada de "Spectralon", un material reflectante de calidad espacial. La cavidad reflectante contiene células solares a distintas longitudes de onda. El documento US 2008/025112 A1 muestra también una solución similar. Ambos documentos se citan en el presente documento como referencia. El documento WO92/13362 desvela un módulo de célula solar con una carcasa reflectante.

15 La técnica anterior está cargada de importantes inconvenientes. La central eléctrica del documento US 6689949 es tan grande que incrementa los costes de transferencia de la electricidad, porque necesita estar alejada del punto en el que se usa la electricidad. Además, la central eléctrica es muy cara, en términos de coste medio por vatio producido así como por costes capitales, porque necesita una gran inversión inicial. La situación actual en energías renovables es que la producción de electricidad fotovoltaica es el modo preferido de producción de energía, pero
20 simplemente es demasiado cara por unidad de vatio para la población media o para la industria.

Sumario

La invención objeto de estudio se refiere a una célula solar de bajo coste.

Un objetivo de la invención es llevar la tecnología fotovoltaica de calidad para central eléctrica disponible al punto de uso de la electricidad.

25 Un objetivo adicional de la invención es reducir el coste por vatio unitario de electricidad reduciendo la inversión inicial que se requiere para los paneles solares.

En un aspecto de la invención, un panel solar está fabricado a partir de numerosos módulos solares pequeños. Estos módulos podrían tener un área de unos pocos cm² y un grosor de unos pocos cm o menos. El módulo solar comprende una carcasa para una célula solar. Hay un elemento de enfoque en el lado incidente de la luz solar de la
30 carcasa. Éste enfoca la luz solar en áreas pequeñas. La célula solar está por debajo de esta área de enfoque y consigue un máximo de luz solar incidente. La célula solar tiene típicamente un área pequeña en comparación con el área del elemento de enfoque o el elemento de la carcasa. La carcasa también funciona como una cavidad reflectante o una esfera de integración, y sus paredes internas están revestidas con una lámina metálica reflectante, o material difusivamente reflectante, u otro material reflectante.

35 Como se ha dicho, las células solares son caras. El coste de una célula solar o fotodiodo aumenta en una relación muy fuerte con respecto a su área. Esto mismo es cierto para la energía consumida en la fabricación del material semiconductor que da como resultado una célula solar. Por otro lado, muchos semiconductores se benefician de un incremento en la radiación (es decir, flujo aumentado) a medida que mejora su eficacia. Esto se debe a que cuantos más fotones hay, más electrones excitados resultan en la banda de conducción. Por otro lado, el elemento de
40 enfoque y la cavidad reflectante hacen que el enfoque y el atrapamiento de fotones puedan producirse de múltiples formas. En una realización de la invención, la carcasa es una carcasa de plástico transparente y el elemento de enfoque es una lente de plástico barata, y los lados internos de la cavidad, es decir, la carcasa, se han revestido con una lámina metálica especular barata para convertirla en una cavidad reflectante.

45 En una realización de la invención, la carcasa, el elemento de enfoque y la lámina metálica especular están dispuestos para que puedan elegirse de manera que su coste y su coste de instalación estén al menos compensados por el valor de la electricidad producida añadida por los fotones atrapados y los enfocados.

Un módulo solar de acuerdo con la invención es como se desvela en la reivindicación 1.

Un procedimiento para producir electricidad solar de acuerdo con la invención es como se indica en la reivindicación 13.

50 Además y con respecto a las realizaciones más ventajosas mencionadas anteriormente, el mejor modo de la invención se considera que es una célula solar en tándem con múltiples respuestas espectrales, alojada en una carcasa de cerámico poroso que comprende una lente de plástico. El interior de la carcasa está revestido con una

lámina metálica especular. En algunas realizaciones, la célula solar en tándem está por debajo del centro del elemento de enfoque, y además hay un vacío dentro de la carcasa.

Breve descripción de los dibujos

5 A continuación se describirá la invención con mayor detalle con referencia a las realizaciones ejemplares de acuerdo con los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 muestra una realización de un módulo solar 10 de la invención en forma de un diagrama de bloques.

Algunas de las realizaciones se describen en las reivindicaciones dependientes.

Descripción detallada de las realizaciones

10 La figura 1 muestra una realización del módulo solar 10 de la invención. En algunas realizaciones, la carcasa del módulo solar (10) está fabricada de plástico, que es un material relativamente barato. En algunas realizaciones la carcasa del módulo solar (10) está fabricada de vidrio o de una mezcla de vidrio y plástico. El elemento de enfoque 300 está fabricado de plástico o de una mezcla de vidrio y plástico, en algunas realizaciones, y puede ser una parte integral de la carcasa 500 del módulo solar 10. En algunas realizaciones, la carcasa 500 y el elemento de enfoque está fabricados, por ejemplo, moldeando una sola pieza de vidrio y/o plástico.

15 En algunas realizaciones de la invención, el elemento de enfoque 300 es una lente, pero podría ser también un espejo parabólico u otro dispositivo de enfoque de acuerdo con la invención. El elemento de enfoque está conectado de forma integral a la carcasa 500 en la mayoría de las realizaciones de la invención. Una o más de las paredes de la carcasa 500 están realizadas como un elemento de enfoque 300, o las paredes están dispuestas para contener un elemento de enfoque 300 al menos en una parte de su área. Se puede utilizar en algunas realizaciones un conductor de fotones, tal como al menos uno de fibra óptica o periscopio para conectar el elemento de enfoque 300 a la carcasa 500.

20 En algunas realizaciones, la carcasa y el elemento de enfoque están fabricados a partir de diferentes materiales. Por ejemplo, la carcasa 500 se puede fabricar a partir de un cerámico poroso, que es el material genérico más barato (fuente: Cambridge University Engineering Department, RU), el elemento de enfoque 300 a partir de plástico, vidrio y/o una mezcla de vidrio y plástico, y la cavidad reflectante puede realizarse con una lámina metálica especular de cualquier metal o aleación o de cualquier otro material. En algunas realizaciones, la cavidad reflectante 200 está realizada dentro de la carcasa 500, revistiendo las paredes internas con una lámina metálica reflectante, cuya base podría ser cualquier metal, aleación o cualquier otro material.

30 En algunas realizaciones de la invención hay un elemento de enfoque, divergencia y/o difracción 400 aproximadamente en la boca de la cavidad reflectante, en el interior de la carcasa. Este elemento 400 puede utilizarse para optimizar la distribución interna inicial de fotones dentro de la cavidad reflectante. También es importante la pared de captura 600 de la cavidad reflectante 200. Los fotones se reflejan en ella y en las otras paredes de la cavidad reflectante 200 y no pueden escapar realmente al menos que consigan volver a reflejarse en el elemento 400, que tiene un área muy pequeña en la mayoría de las realizaciones. Por lo tanto, la cavidad reflectante 200 atrapa los fotones y los fuerza a interactuar varias veces con las células solares 100, 101 y 102, lo que aumenta la probabilidad de su conversión en corriente en al menos una célula solar.

35 El elemento de enfoque 300 está dispuesto para concentrar la luz solar incidente dentro de una cavidad reflectante 200. Puede haber además un elemento de enfoque, divergencia y/o difracción 400 adicional en la abertura de la cavidad reflectante. En algunas realizaciones, la cavidad reflectante (200) se realiza en el interior del módulo solar (10) revistiendo las paredes internas con una lámina metálica especular. En algunas realizaciones, la cavidad reflectante está dispuesta como una esfera de integración. En estas realizaciones, las paredes son reflectantes de un modo difuso, lo que a menudo implica que las paredes sean blancas. El módulo solar y la cavidad reflectante pueden tener cualquier forma de acuerdo con la invención. En algunas realizaciones de la invención, existe un vacío o un gas de baja densidad en el interior de al menos una cavidad reflectante (200) y/o la carcasa (500).

40 En algunas realizaciones de la invención la carcasa 500, la cavidad reflectante 200, el elemento de enfoque 300, el elemento de difracción/difusión 400 o cualquier otra parte del módulo solar 10 podrían estar basados en cualquier metal o aleación, cerámico, cerámico poroso, vidrio, material compuesto, plástico, polímero, caucho, espuma, madera y/o producto de madera.

45 Al menos una célula solar 100, 101, y 102 puede ser una célula solar de Si (Silicio), silicio policristalino, silicio de película fina, silicio amorfo, Ge (Germanio), GaAs (Arseniuro de galio), GaAlAs (Arseniuro de galio-aluminio), GaAlAs/GaAs, GaP (Fosfato de galio), InGaAs (Arseniuro de galio-indio), InP (Fosfuro de indio), InGaAs/InP, GaAsP (Fosfuro arsénico de galio) GaAsP/GaP, CdS (Sulfuro de cadmio), CIS (Diseleniuro de cobre-indio), CdTe (Telururo de cadmio), InGaP (Fosfuro de indio-galio), AlGaInP (Fosfuro de aluminio-galio-indio), InSb (Antimoniuro de indio), CIGS (Diseleniuro de cobre-indio/galio) y/o InGaN (Nitruro de indio-galio) de acuerdo con la invención. Asimismo, al menos una célula solar 100, 101, 102 de acuerdo con la invención puede presentar cualquier elemento o combinación de aleación, o cualquier material con la capacidad fotoeléctrica descrita en las publicaciones EP 1724

841 A1, Josuke Nakata, "Multilayer Solar Cell", US 532017, James P. Campbell y col. "Transparent solar cell and method of fabrication", Solar Electricity, Thomas Markvart, 2ª edición, ISBN 0-471-98852-9 y "An unexpected discovery could yield a full spectrum solar cell", Paul Preuss, Research News, Lawrence Berkeley National Laboratory., en algunas realizaciones, publicaciones que se incorporan todas en esta solicitud por referencia, de acuerdo con la invención. Al menos una célula solar 100, 101 y/o 102 puede ser también un semiconductor de hueco intra-banda, tal como un semiconductor de cascada cuántica. En algunas realizaciones esto podría llevarse a cabo por ejemplo con un láser CQL dirigido en modo inverso (es decir, como un fotorreceptor).

En las realizaciones, la al menos una célula solar 100, 101, 102 está dispuesta para colocarse en el centro del elemento de enfoque 300. En todas las realizaciones, al menos una célula solar 100, 101, 102 puede estar provista de un filtro, que típicamente tiene un paso de banda en la banda donde la célula solar es más eficaz. Esto se debe a que es sensible a proporcionar los fotones de esa parte del espectro a la célula solar donde tiene la mayor eficacia cuántica. Un ejemplo de este filtro es el filtro Rugate. Como alternativa, el elemento 400 puede estar dispuesto para distribuir fotones desde ciertas partes específicas del espectro a una célula solar 100, 101, 102 específica que trabaja mejor en esa banda. En algunas realizaciones esto podría lograrse disponiendo el elemento 400 como un prisma de difracción y colocando las diversas células solares en localizaciones de difracción máxima que corresponden a su mejor banda en términos de eficacia. En algunas realizaciones de la invención tanto los filtros como el procedimiento de distribución de los fotones se usan conjuntamente.

En una realización de la invención, varias células solares 100, 101, 102 de respuestas espectrales diferentes están dispuestas en la cavidad reflectante 200, y/o al menos una celular solar 100, 101, 102 es un célula solar en tándem. El uso de estas sofisticadas soluciones fotovoltaicas es ahora viable económicamente porque en la cavidad reflectante se expondrán a mayores irradiancias y se logrará un mayor nivel de uso y se extraerá más fotocorriente.

En la mayoría de las realizaciones de la invención, la fotocorriente acumulada por cualquiera de las células solares 100, 101 o 102 se dispone para que la recojan los conductores eléctricos dispuestos para conducirla fuera del módulo solar 10. Por ejemplo, se pueden sacar cables metálicos u otros conductores conectados a cualquiera de las células solares 100, 101, 102 de la cavidad reflectante 200 para alimentar una red o conducir una carga o cargar una batería fuera y/o lejos del módulo solar de acuerdo con la invención.

En algunas realizaciones se agrega al menos un módulo solar 10 para formar un panel solar que comprende uno o más módulos solares. Los módulos solares de la invención pueden ser muy pequeños. Por ejemplo, pueden usarse para alimentar un reloj de pulsera. Sin embargo, también se pueden construir enormes paneles solares agregando miles o millones de módulos solares que pueden usarse en una central eléctrica solar. El propio módulo solar también puede ser muy grande, por ejemplo del tamaño de una casa o mansión. El propio módulo solar 10, o un panel solar del mismo, pueden realizarse de cualquier tamaño, forma o configuración.

La fotocorriente adicional producida a partir de los fotones enfocados y capturados por las células solares 100, 101, 102 se dispone para compensar el coste de la cavidad reflectante 200 y/o el elemento de enfoque 300, y/o el módulo 10 o su carcasa 500 en la mayoría de las realizaciones de la invención. Por ejemplo, puede decirse que la célula solar 100 tiene un área eficaz de 1 cm^2 y que el área del módulo es mayor, teniendo el elemento de enfoque un área de 10 cm^2 . El elemento de enfoque 300, en alguna de las realizaciones, puede cualquier puede ser una lente circular, cuadrada o de cualquier forma, por ejemplo. Ahora, la célula solar 100 se expone a un flujo aproximadamente 10 veces mayor, suponiendo condiciones ideales, es decir 10 soles. Se supone que produce una potencia 3 veces mayor en estas condiciones, en comparación con la que podría producir con 1 sol. Ahora, como no cuesta casi nada fabricar una cubierta plástica, será bastante probable que todo el sistema de módulos solares, incluyendo la cavidad reflectante, la carcasa y el elemento de enfoque cueste menos que el coste de dos células solares. Suponiendo que la resistencia de la célula solar no estará afectada por la concentración óptica, y que el precio del módulo solar es igual al precio de la célula solar, hay una reducción de $1/3 = 33 \%$ al utilizar las células solares dentro del módulo solar. Así, en el panel solar de la invención, el coste del módulo solar estará compensado más que preferentemente por la ganancia relativa de fotocorriente a partir de los fotones enfocados y capturados. En otras palabras, el incremento relativo de fotocorriente debido al atrapamiento y enfoque se coloca por encima del coste relativo de la carcasa 500, el elemento de enfoque 300 y la cavidad reflectante 200 respecto al coste de las células solares (100, 101, 102). El contacto integral del elemento de enfoque con la carcasa 500 y/o la cavidad reflectante 200 permite realizar esta optimización de los costes de energía por cada módulo solar y/o por cada panel solar de acuerdo con la invención.

Se ha analizado antes que el elemento de enfoque, la cavidad reflectante y el módulo solar podían fabricarse a partir de un plástico económico, un vidrio o una mezcla de los dos. También se ha analizado que en algunas realizaciones de la invención, la carcasa 500, el elemento de enfoque 300, el elemento de enfoque/difracción/difusión 400, o cualquier otra parte del módulo solar 10 pueden estar basados en cualquier metal o aleación, cerámico, cerámico poroso, vidrio, plástico, material compuesto, polímero, caucho, espuma, madera y/o producto de madera. Por su puesto, es posible utilizar cualquier otro material que satisfaga el ensayo de coste relativo-ganancia de acuerdo con la invención.

El módulo solar 10 de la invención puede realizarse con cualquier forma, tamaño, uso o equipamiento. Por ejemplo, una central eléctrica solar de bajo coste se podría construir y usar basándose en paneles solares que usan dichos

módulos solares. Los paneles solares individuales pueden construirse en base a los módulos solares de la invención y pueden usarse en cualquier ubicación, por ejemplo en puntos de uso de la electricidad, tales como casas, oficinas y similares.

5 Debido a que toda la óptica y al menos una célula solar están en el interior de la misma carcasa, una realización muy preferida de la invención es el panel solar agregado compuesto de muchos módulos solares como elementos. Debido a que el panel solar no debería ser muy grueso, la distancia focal del elemento de enfoque 300 debería ser, preferentemente, bastante corta. Esto además impone limitaciones en el área del elemento de enfoque. En una realización, el grosor del panel solar es de aproximadamente 1 cm, y el elemento de enfoque tiene una distancia focal de aproximadamente 1 cm, residiendo la célula solar en la pared posterior de la cavidad reflectante (200) y la carcasa (500). Basándose en estas dimensiones es posible, por ejemplo, un área de unos pocos centímetros cuadrados para el elemento de enfoque (300). Por tanto, en esta realización, un panel solar con un área de un metro cuadrado debería estar compuesto por un gran número de módulos solares (10) pequeños, cada uno con un área de unos pocos centímetros cuadrados. En algunas realizaciones, los módulos solares 10 se colocan sobre una superficie plana para realizar un panel solar plano, pero también son posibles otras formas. Un panel solar compuesto por módulos solares 10 puede ensamblarse para adecuarse a cualquier forma, tal como un objeto esférico o redondo, en algunas realizaciones. De la misma manera, la carcasa 500, el elemento de enfoque 300 y la cavidad reflectante 300 y cualquiera de las células solares 100, 101 o 102 pueden tener diferentes formas en algunas realizaciones de la invención. El contacto integral de la carcasa 500, el elemento de enfoque 300 y la cavidad reflectante 300 concede todos los beneficios de la concentración óptica basada en la optimización del coste de la energía en el punto de uso de la electricidad de cualquier forma, tamaño o tipo de acuerdo con la invención.

En algunas realizaciones de la invención se fabrica un panel solar en láminas que comprende un gran número de módulos solares. Una lámina de muchas cavidades pequeñas se reviste con una lámina metálica reflectante o con algún otro material reflectante, por ejemplo por pulverización y/o fusión en algunas realizaciones. Entonces las células solares se conectan con los conductores de cada cavidad de acuerdo con la invención. Después, una lámina de elementos de enfoque se adhiere a la parte superior de la lámina de cavidades de la carcasa de la célula solar, formando las dos láminas juntas un panel solar. Las células solares están dispuestas, preferentemente, en el centro de cada elemento de enfoque. De esta manera, puede fabricarse un panel solar completo con un gran número de módulos solares de acuerdo con algunas realizaciones de la invención

30 En algunas realizaciones de la invención el módulo solar 10 o el panel solar del mismo pueden utilizarse como materiales de construcción, como un ladrillo, elemento de construcción o similares. Por ejemplo, el módulo solar 10 puede realizarse como un ladrillo con una lente o elemento de enfoque en el lado incidente del sol. En estas realizaciones sería muy preferible un vacío en el interior del ladrillo para aislar térmicamente el edificio de los alrededores en algunas realizaciones de la invención. El vacío y la contención de la parte interior del ladrillo también suelen prolongar la vida útil de las células solares, al no estar expuesto a la intemperie. El satélite Voyager ha estado funcionando perfectamente con los mismos paneles solares durante 32 años, habiéndose mantenido los paneles solares en el vacío relativo del sistema solar exterior y la heliosfera.

40 Las células solares dentro de los ladrillos están conectadas por contacto eléctrico entre sí y/o una carga y toda la pared de ladrillos, o una parte de ella, puede utilizarse para mover cargas dentro de la casa. En algunas realizaciones de la invención los ladrillos están conectados en serie o en paralelo o en ambas. En algunas realizaciones los ladrillos tienen uno o más contactos eléctricos en sus caras. La corriente es recogida por cables que conducen dentro de la cara externa del ladrillo, es decir el lado opuesto al lado incidente de la luz solar (= superficie externa). También es posible en algunas realizaciones tener contactos eléctricos ladrillo-ladrillo en las caras externas superior e inferior del ladrillo. Es importante evitar la desconexión de la conexión eléctrica con mortero o yeso, cuando se levanta la pared y, en algunas realizaciones, los contactos eléctricos están elevados, bajados, revestidos o dispuestos para ser intercalados para que el mortero o el yeso no desconecten los contactos eléctricos cuando se está construyendo la pared. Pueden usarse también otras estructuras de soporte de acuerdo con la invención, por ejemplo una barra de metal que atraviesa el ladrillo y que se usa por partida doble como un conector eléctrico o un hospedador para otros conductores eléctricos.

50 En las realizaciones de la invención en las que el módulo solar se usa como un material de construcción, el beneficio combinado en el ahorro de materiales de construcción, reducción en la calefacción o el aire acondicionado, debido al aislamiento al vacío y el incremento de la fotocorriente debido a los fotones enfocados y atrapados, se puede usar para compensar el coste del propio módulo solar 10. Por lo tanto, el material de construcción generador de energía solar de la invención hará que la energía fotovoltaica sea económicamente más accesible para los hogares, los consumidores y los negocios.

55 La invención se ha explicado anteriormente con referencia a las realizaciones mencionadas, y se han demostrado una serie de ventajas comerciales e industriales. Los procedimientos y disposiciones de la invención permiten un panel solar que tiene un coste muy bajo por vatio unitario producido.

60 La invención se ha explicado anteriormente con referencia a las realizaciones mencionadas. Sin embargo, está claro que la invención no se limita únicamente a estas realizaciones, sino que comprende todas las posibles realizaciones dentro del alcance del pensamiento inventivo y las siguientes reivindicaciones de la patente.

Referencias

- FI20070264 An Active solar cell and method of manufacture
FI20070743 Thermodynamically shielded solar cell
5 FI20070801 Method and means for designing a solar cell
EP 1724 841 A1, Josuke Nakata, "Multilayer Solar Cell"
US 6320117, James P. Campbell y col., "Transparent solar cell and method of fabrication"
US 6689949, Ugur Ortabasi, Concentrating photovoltaic cavity converters for extreme solar-to-electric conversion efficiencies.
10 US 2008/0251112 A1, David g. Jenkins, Concentrating photovoltaic kaleidoscope and method. Solar Electricity, Thomas Markvart, 2ª Edition, ISBN 0-471-98852-9
"An unexpected discovery could yield a full spectrum solar cell, Paul Preuss, Research News, Lawrence Berkeley National Laboratory.
WO92/13362 A solar cell module

REIVINDICACIONES

1. Un módulo solar (10) en el que:
 - al menos una célula solar (100, 101, 102) está dispuesta dentro de una carcasa (500),
 - al menos una cavidad reflectante (200) está dispuesta dentro de dicha carcasa (500),
 - 5 - al menos un elemento de enfoque (300) está dispuesto para enfocar la luz solar incidente en al menos una de dicha cavidad reflectante (200),
 - dicha al menos una cavidad reflectante está dispuesta para alojar dicha al menos una célula solar (100, 101, 102),
 - 10 - al menos uno de dicho elemento de enfoque (300) está realizado íntegramente junto con la carcasa (500), y se **caracteriza porque**

al menos una de dicha célula solar 100, 101, 102 está provista de un filtro.
2. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos un elemento de enfoque (300) está dispuesto en al menos un lado de la carcasa (500).
3. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos una cavidad reflectante (200) está dispuesta dentro de la carcasa (500) revistiendo las paredes internas de la carcasa con un material reflectante.
- 15 4. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fotocorriente adicional producida por las células solares a partir de los fotones enfocados y atrapados está dispuesta para compensar el coste de la cavidad reflectante (200), la carcasa (500) y/o el elemento de enfoque (300).
5. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carcasa (500) del módulo solar (10), está fabricada de cerámico poroso, el elemento de enfoque (300) está fabricado de plástico, y/o la cavidad reflectante (200) está realizada revistiendo las paredes internas de la carcasa (500) con una lámina metálica especular.
- 20 6. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, la carcasa (500) y el elemento de enfoque (300) están fabricados de cualquier material o plástico en un elemento integrado.
7. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carcasa (500), la cavidad reflectante (200), el elemento de enfoque (300), el elemento de difracción/difusión (400), o cualquier otra parte del módulo solar (10) están basados en cualquier metal o aleación, cerámico, cerámico poroso, vidrio, plástico, material compuesto, polímero, caucho, espuma, madera y/o producto de madera.
- 25 8. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que hay un vacío o un gas de baja densidad en el interior de al menos una cavidad reflectante (200).
9. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se agrega al menos un módulo solar (10) para formar un panel solar que comprende uno o más módulos solares (10).
- 30 10. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que varias células solares (100, 101, 102) de diferentes respuestas espectrales están dispuestas en la cavidad reflectante (200), y/o al menos una célula solar (100, 101, 102) es una célula solar en tándem.
- 35 11. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fotocorriente acumulada por las células solares (100, 101, 102) la acumula al menos un conductor eléctrico dispuesto para llevarla fuera del módulo solar (10).
12. Un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el módulo solar (10) está dispuesto para usarlo como un material de construcción.
13. Un procedimiento para producir electricidad solar en el que:
 - 40 - al menos un elemento de enfoque (300) enfoca la luz solar incidente en una cavidad reflectante (200),
 - al menos una cavidad reflectante aloja al menos una célula solar (100, 101, 102),
 - el enfoque y la reflexión de los fotones por al menos un elemento de enfoque (300) y la al menos una cavidad reflectante (200) se realizan en la misma carcasa (500) y/o en las paredes de la misma carcasa (500) y **caracterizado porque** al menos una de dicha célula solar 100, 101, 102 está provista de un filtro.
- 45 14. Un procedimiento para producir electricidad con el módulo solar (10) de la reivindicación 1.

10

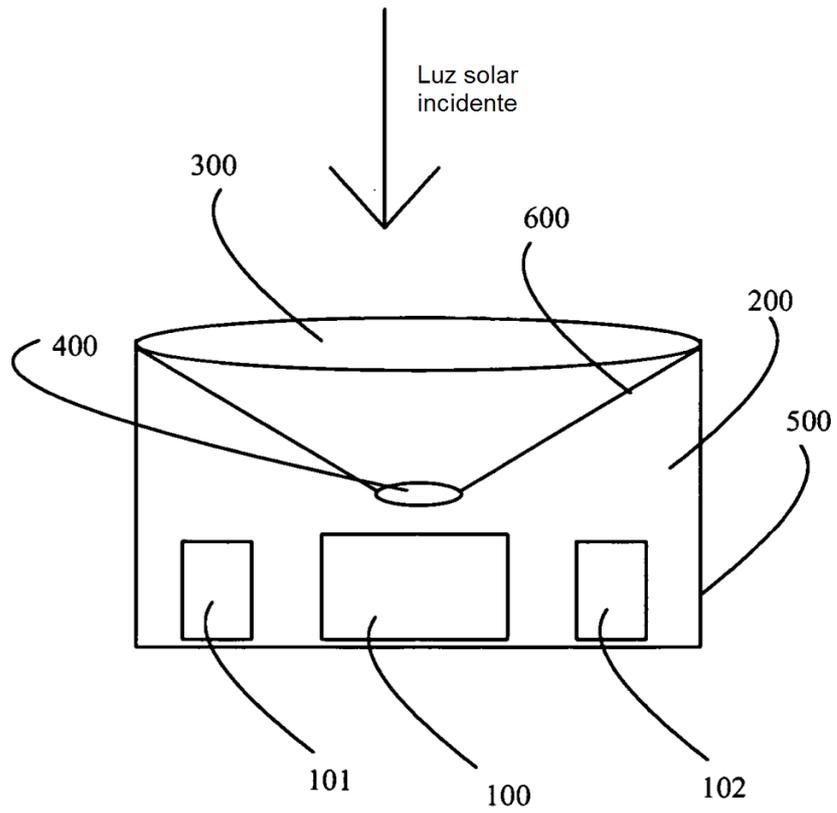


FIG 1.