

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 335**

51 Int. Cl.:

H01L 31/054 (2014.01)

H02S 40/42 (2014.01)

H01L 31/052 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2010 E 10755239 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2601689**

54 Título: **Módulo para aplicaciones solares fotovoltaicas de alta concentración**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.09.2016

73 Titular/es:

**PIRELLI & C. S.P.A. (100.0%)
Viale Piero e Alberto Pirelli, 25
20126 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**BUSQUETS, MARC;
RICCI, FABRIZIO;
BOFFA, VINCENZO;
FORGAS, ALBERT;
MARCIPAR, JAVIER;
SOLINA, MARTIN;
CALOPA, PERE y
LARA, JOSÉ MARTÍN**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 584 335 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 para aplicaciones solares fotovoltaicas de alta concentración

5 Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un módulo para aplicaciones solares fotovoltaicas de alta concentración, en particular para aplicaciones solares fotovoltaicas refractivas de alta concentración.

10 Antecedentes de la invención

[0002] La expresión energía solar fotovoltaica de concentración (o CPV, por sus siglas en inglés) hace referencia a la concentración de luz solar en materiales fotovoltaicos con la finalidad de producir energía eléctrica. Los concentradores solares con los que se logra esto normalmente están montados sobre un seguidor solar, el cual es una estructura mecánica de soporte capaz de mantener el foco sobre los materiales fotovoltaicos a medida que el sol atraviesa el cielo. En comparación con la energía solar fotovoltaica convencional sin concentración, la CPV resulta ventajosa porque utiliza menos cantidades de material semiconductor fotovoltaico.

[0003] La expresión energía solar fotovoltaica de alta concentración (o HCPV, por sus siglas en inglés) se refiere a un sistema óptico que tiene un factor de concentración geométrica igual o mayor que aproximadamente 100 y normalmente menor o igual que aproximadamente 1000. El factor de concentración geométrica se define como la relación entre la zona óptica activa del sistema óptico, que capta la radiación solar, y la zona del punto sobre que el sistema óptico se concentra en el material fotovoltaico.

[0004] La expresión energía solar refractiva de concentración hace referencia a la concentración de luz solar mediante un sistema óptico refractivo, basado normalmente en lentes de Fresnel, en comparación con los sistemas ópticos reflexivos que utilizan uno o más espejos. Normalmente, la necesaria longitud a lo largo la dirección de enfoque de los concentradores solares con sistemas ópticos refractivos es mayor que la de los sistemas ópticos reflexivos.

[0005] A modo de ejemplo, la solicitud de patente estadounidense US2010018570 se refiere a un módulo fotovoltaico concentrador.

[0006] El documento US 6483093 B1 se refiere a un sistema generador solar que incluye una célula solar para convertir fotoeléctricamente la luz solar, una lente multifoco para condensar y convertir la luz solar que llega a la célula solar y un condensador de luz secundario.

Resumen de la invención

[0007] El solicitante se ha percatado de que los módulos conocidos con aplicaciones solares fotovoltaicas de alta concentración adolecen de varias desventajas. En particular, los sistemas de disipación de calor conocidos no se consideran satisfactorios en términos de simplicidad de producción y/o montaje, especialmente con vistas a la producción en serie y/o al consumo de materiales. La disipación de calor es un factor clave en la energía solar fotovoltaica de concentración puesto que el rendimiento de la célula solar disminuye a medida que aumenta su temperatura.

[0008] En particular, en los sistemas de disipación de calor conocidos, cada elemento disipador está dedicado singularmente a un sólo receptor fotovoltaico (p. ej. éste está montado singularmente sobre el elemento disipador). Un elemento disipador dedicado a cada receptor fotovoltaico individual debe diseñarse para alcanzar un rendimiento disipativo muy elevado. Sin embargo, el solicitante se ha dado cuenta de que esto puede hacer que el elemento disipador tenga una estructura compleja (p. ej. con un gran número de aletas, faldones, clavijas, pliegues, etc.) y/o que el elemento disipador sea muy voluminoso (p. ej. gran espesor, muy pesado, etc.). Además, la dedicación de un elemento disipador a cada receptor fotovoltaico individual requiere dejar un hueco entre elementos disipadores adyacente a fin de permitir el montaje de los elementos disipadores sobre el módulo de concentración y/o permitir la dilatación térmica de los elementos disipadores. A su vez, esto limita el espacio que hay disponible para cada elemento disipador individual. Un elemento disipador con un espacio limitado puede acabar teniendo un rendimiento disipativo insuficiente o una estructura muy compleja y/o voluminosa. Además, la dedicación a cada receptor fotovoltaico de un elemento disipador respectivo requiere un gran número de puntos de fijación entre los elementos disipadores y la carcasa del modulo de concentración, lo que a su vez aumenta la complejidad del montaje, p. ej. en

términos de carga de trabajo, y por último los gastos de montaje.

[0009] El solicitante ha descubierto que montar elementos disipadores lineales sobre un lado exterior de la pared inferior de un modulo de concentración y montar filas de receptores fotovoltaicos sobre tales elementos disipadores lineales permite alcanzar un gran rendimiento de disipación de calor y limitar al mismo tiempo la complejidad geométrica y/o la voluminosidad de los elementos disipadores lineales. También se ha descubierto que las partes intermedias del elemento disipador lineal comprendidos entre dos receptores fotovoltaicos adyacentes contribuyen eficazmente a disipar el calor de los receptores, de manera que no realmente no es necesario dotar a los elementos disipadores lineales de una compleja configuración de superficies disipadoras y/o de una gran voluminosidad. Además, los elementos disipadores lineales puede contribuir en gran modo a la estabilización mecánica de la carcasa del modulo concentrador.

[0010] La presente invención se refiere a un módulo para aplicaciones solares fotovoltaicas de alta concentración que incluye una carcasa que tiene una pared inferior, una o más paredes laterales conectadas a la pared inferior y al menos una abertura situada enfrente de la pared inferior. En la carcasa se encuentra alojada una pluralidad de unidades fotovoltaicas. Cada una de dichas unidades fotovoltaicas comprende un sistema óptico concentrador que tiene un factor de concentración geométrica que es mayor o igual que 100 y un receptor fotovoltaico que cuenta con una célula fotovoltaica. La pluralidad de receptores fotovoltaicos está dispuesta en la pared inferior y a lo largo de una pluralidad de filas paralelas. Además, el módulo comprende un sistema de disipación de calor que comprende una serie de elementos disipadores lineales para disipar el calor de los receptores fotovoltaicos, estando los elementos disipadores lineales montados sobre una pared exterior de la pared inferior. En un aspecto, la serie de elementos disipadores lineales es igual al número de dichas filas. Todos los receptores fotovoltaicos que están dispuestos a lo largo de dichas filas pueden montarse sobre uno correspondiente de dichos elementos disipadores lineales para formar un puente térmico entre cada receptor fotovoltaico y el correspondiente elemento disipador lineal.

[0011] En un aspecto, la carcasa es sustancialmente de acero, que contiene preferiblemente no más un aproximadamente un 10% (más preferiblemente, no más de aproximadamente un 5%) de cromo y/o no más de aproximadamente un 0,2% de carbono. Preferiblemente, la carcasa se ha revestido de cinc, más preferiblemente, por ambos lados, por ejemplo, mediante cincado electrolítico (p. ej. galvanización en caliente o electrogalvanización) y/o barnizado (lo cual puede incluir una cataforesis previa de la carcasa de acero). Preferiblemente, los dos lados de la carcasa se tratan de manera distinta, por ejemplo, revistiendo únicamente el lado interior de cinc y, preferiblemente, barnizando el lado exterior, además de revestirlo de cinc. En un aspecto, los elementos disipadores lineales están hechos de un material que incluye el aluminio, preferiblemente, que contiene al menos un 75% (más preferiblemente, al menos un 90%) de aluminio. Preferiblemente, el material contiene al menos un 2% de magnesio (preferiblemente, menos de un 5%) y/u otros elementos tales como el hierro, el silicio, el manganeso, etc. en una pequeña proporción (p. ej. inferior a un 1%). Según el solicitante, la anterior elección de materiales, que tienen coeficientes de dilatación térmica comparables (o al menos no demasiado dispares) (tales como aproximadamente $2,4 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ para compuestos basados en el aluminio y de aproximadamente $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ para el acero), permite dedicar un solo elemento disipador lineal a una serie de receptores fotovoltaicos dispuestos a lo largo de una fila que tiene la longitud deseada sin incurrir en, o limitar, la aparición de esfuerzos sobre las distintas partes del módulo (p. ej. la carcasa y/o el elemento disipador) debido a dilataciones térmicas diferentes. Estos esfuerzos pueden producir deformaciones geométricas de las distintas partes del módulo, lo cual es particularmente perjudicial a vista de la poca tolerancia que existe para el módulo HCPV en el posicionamiento del foco óptico sobre la célula fotovoltaica.

[0012] Cabe indicarse que algunos materiales conocidos para la carcasa y los elementos disipadores (tal como, por ejemplo, algún tipo de plástico para la carcasa y de aleación basada en el aluminio para los elementos disipadores) tienen coeficientes de dilatación térmica muy diferentes, lo cual da lugar a la necesidad de tener un elemento disipador individual para cada receptor fotovoltaico con el fin de evitar la aparición de esfuerzos de dilatación térmica no deseados.

[0013] Normalmente, la carcasa tiene una dirección de desarrollo principal o prevalente (que se denominará «dirección longitudinal») y una dirección ortogonal (que se denominará «dirección transversal») que pertenecen a los planos paralelos a la pared inferior. Una dirección de profundidad es ortogonal tanto a la dirección longitudinal como a la transversal. Normalmente, la carcasa tiene cuatro paredes laterales. Las dos paredes laterales mutuamente opuestas que se extienden paralelas a la dirección longitudinal se denominarán paredes laterales longitudinales, mientras que las dos paredes laterales mutuamente opuestas que se extienden paralelas a la dirección transversal se denominarán paredes laterales transversales. Las paredes laterales longitudinales tienen una longitud que es

mayor que la longitud de las paredes laterales transversales. Normalmente, la pared inferior y las paredes laterales de la carcasa definen un espacio interior que se extiende desde la pared inferior hacia arriba hasta, e incluyendo, la abertura anteriormente mencionada.

- 5 **[0014]** En un aspecto, la carcasa es una carcasa monopieza. Preferiblemente, la carcasa está formada por una sola plancha de acero (preferiblemente, por embutición profunda de la plancha individual) que tiene un espesor preferido mayor o igual que 0,65 mm, más preferiblemente, mayor o igual que 0,75 mm y/o menor o igual que 1,1 mm, y lo más preferiblemente, menor o igual que 1,0 mm.
- 10 **[0015]** En un aspecto, la profundidad de la carcasa es mayor o igual que 15 cm, preferiblemente que 18 cm. En un aspecto, la profundidad de la carcasa es menor o igual que 25 cm, preferiblemente que 22 cm.
- 15 **[0016]** En un aspecto, el espesor máximo de la carcasa (considerando también las posibles capas de cinc que se hayan formado durante la galvanización, que normalmente tienen un espesor de aproximadamente 0,1 mm por lado y/o formado durante el barnizado, que normalmente tienen un espesor de aproximadamente 0,25 mm por lado) es mayor o igual que 0,7 mm, más preferiblemente, mayor o igual que 0,8 mm. Preferiblemente, el espesor máximo de la carcasa es menor o igual que 1,5 mm, más preferiblemente, menor o igual que 1,2 mm. El solicitante cree que la anterior elección de rangos de espesor, en caso de que la carcasa sea de acero, arroja un compromiso óptimo entre la viabilidad y la simplicidad del proceso de estampado por embutición profunda y la rigidez y el peso de la carcasa.
- 20 **[0017]** Preferiblemente, la carcasa incluye integralmente una primera pluralidad de nervaduras paralelas y continuas que se extienden a lo largo de la pared inferior y las dos paredes laterales transversales y una segunda pluralidad de nervaduras paralelas y continuas que se extienden a lo largo de la pared inferior y de las dos paredes laterales longitudinales, cruzándose las nervaduras de la segunda pluralidad en la pared inferior perpendicularmente con cada nervadura de la primera pluralidad. Preferiblemente, cada nervadura está formada por un saliente con respecto a la pared respectiva, teniendo el saliente una altura comprendida entre aproximadamente 0,5% y 5% de la profundidad de la carcasa (p. ej. comprendida entre aproximadamente 1 mm y 10 mm, cuando la profundidad de la carcasa está dentro de los rangos anteriores). Preferiblemente, el saliente se extiende hacia el espacio interior de la carcasa. Preferiblemente, la anchura de la nervadura está comprendida entre aproximadamente 2% y 20% de la dimensión de la carcasa a lo largo de la dirección transversal (p. ej. comprendida entre aproximadamente 10 mm y 100 mm, preferiblemente entre aproximadamente 20 mm y 80 mm). Preferiblemente, las nervaduras de la primera pluralidad se extienden a lo largo la pared inferior paralelas a la dirección longitudinal de la carcasa. Preferiblemente hay dos nervaduras en la primera pluralidad. Preferiblemente, las nervaduras de la segunda pluralidad se extienden a lo largo la pared inferior perpendiculares a la dirección longitudinal de la carcasa. Preferiblemente, las nervaduras de la segunda pluralidad son entre tres y siete, por ejemplo, cinco. Según el solicitante, una o más de las soluciones anteriores para las nervaduras ayudan a mantener el paralelismo y la planitud de zonas deseadas de la carcasa en las que están colocados elementos esenciales, tales como, por ejemplo, el borde libre de las paredes laterales y la cara interior de la pared inferior en los que, respectivamente, están colocados y sujetos unos parqués de lente óptica primarios y unos receptores fotovoltaicos.
- 30 **[0018]** Preferiblemente, los bordes formados entre la pared inferior y las paredes laterales, y los vértices de la carcasa, son redondeados. Preferiblemente, una parte del borde libre de cada pared lateral está doblada hacia fuera con respecto al espacio interior de la carcasa, en una longitud comprendida entre 5 mm y 40 mm. Preferiblemente, la parte doblada define una superficie de apoyo (p. ej. que tiene una anchura entre aproximadamente 5 mm y 20 mm) que se encuentra colocada de manera sustancialmente perpendicular a la respectiva pared lateral. Según el solicitante, el redondeo de los bordes y/o de los vértices y/o la anterior parte doblada mejoran la rigidez de la carcasa.
- 35 **[0019]** En un aspecto, los receptores fotovoltaicos están dispuestos de manera regular según un esquema de matriz, i.e. están alineados no sólo a lo largo de la anterior pluralidad de filas paralelas, sino además a lo largo de una pluralidad de filas adicionales que son oblicuas (preferiblemente, ortogonales) a las filas paralelas anteriormente mencionadas.
- 40 **[0020]** La pared inferior cuenta con una pluralidad de agujeros pasantes que corresponden en número y posición a, respectivamente, el número y la posición de los receptores fotovoltaicos. Preferiblemente, los receptores fotovoltaicos que están dispuestos a lo largo de cada una dichas filas están montados directamente sobre el correspondiente de dichos elementos disipadores lineales. De esta manera, ventajosamente, gracias a la presencia de los agujeros, se forma el anteriormente mencionado puente térmico sin la interposición de la pared inferior entre

el elemento disipador y los receptores, aumentándose así la disipación térmica. Preferiblemente, los agujeros tienen forma rectangular, estando la longitud del lado comprendida entre 15 mm y 40 mm.

[0021] En un aspecto, los elementos disipadores lineales están alineados a lo largo de la dirección transversal de la carcasa. De este modo, puede mejorarse, ventajosamente, la convección de aire a lo largo del elemento disipador lineal, ya que el módulo en funcionamiento (i.e. montado sobre el seguidor solar) normalmente está colocado con su dirección longitudinal en un plano horizontal, y normalmente rota alrededor de la dirección longitudinal, de forma que la dirección de alineamiento de los elementos disipadores lineales tiene una componente vertical. El aire calentado cerca del elemento disipador puede circular de esta manera a lo largo de la dirección de alineamiento de los elementos disipadores lineales que están cerca del propio elemento disipador.

[0022] Preferiblemente, el módulo comprende un número de filas transversales de receptores fotovoltaicos mayor o igual que dos, preferiblemente, mayor o igual que seis. Preferiblemente, el módulo comprende veinte o menos, más preferiblemente, dieciséis o menos, filas transversales de receptores fotovoltaicos.

[0023] En un aspecto, el número de receptores fotovoltaicos dispuestos a lo largo de cada una de dichas filas y montados sobre uno correspondiente de dichos elementos disipadores lineales es mayor o igual que dos, preferiblemente, mayor o igual que tres. Preferiblemente, el número de receptores fotovoltaicos dispuestos a lo largo de cada una de dichas filas y montados sobre uno correspondiente de dichos elementos disipadores lineales es menor o igual que diez, preferiblemente, menor o igual que ocho.

[0024] En un aspecto, el elemento disipador lineal es un elemento con forma de placa que tiene una extensión longitudinal (con respecto al propio elemento disipador) principal y una parte longitudinal central que se encuentra dispuesta sustancialmente en un plano horizontal y que tiene dos bordes mutuamente opuestos que se extienden longitudinalmente con respecto al elemento disipador. Desde los anteriores bordes opuestos de la parte longitudinal central se extienden un par de aletas opuestas en el mismo semiespacio con respecto al plano horizontal y de manera oblicua al plano horizontal, preferiblemente, de manera sustancialmente ortogonal al plano horizontal. Preferiblemente, las aletas son aletas especulares con respecto a un plano de simetría que es perpendicular al plano horizontal y que interseca centralmente la parte longitudinal central que es paralela a la extensión longitudinal principal del elemento disipador lineal. El solicitante cree que con esta forma se obtiene el mejor compromiso entre la sencillez de fabricación y el rendimiento de disipación.

[0025] Preferiblemente, se han practicado unos recortes en el borde libre de cada aleta. Tales recortes pueden extenderse hasta aproximadamente la mitad de la altura de la aleta. Los recortes pueden colocarse a mitad de camino entre las posiciones de dos receptores fotovoltaicos adyacentes. Preferiblemente, los recortes tienen una forma aproximadamente circular. Según las simulaciones realizadas por el solicitante para comparar los rendimientos térmicos de los elementos disipadores lineales con y sin los recortes, se ha visto que el perfil térmico apenas cambia. Por lo tanto, puede obtenerse la ventaja de una reducción de material y de peso sin que aparezca ningún inconveniente apreciable.

[0026] En un aspecto, cada elemento disipador lineal comprende integralmente un número, igual al número de receptores fotovoltaicos montados sobre el elemento disipador lineal, de partes de montaje que sobresalen de la parte longitudinal central del elemento disipador lineal. Cada parte de montaje puede tener una superficie superior plana y una forma que es complementaria a la forma del anteriormente mencionado agujero de la pared inferior (preferiblemente, de forma rectangular) de la carcasa, y se inserta en éste.

[0027] Cada receptor fotovoltaico está (preferiblemente, de manera directa) montado sobre una respectiva parte de montaje del elemento disipador lineal. Preferiblemente, la altura de las partes de montaje con respecto a la cara de la parte longitudinal central restante de la cual sobresalen es mayor que el espesor de la pared inferior. De este modo y de manera ventajosa, el receptor fotovoltaico permanecería protegido del agua en caso de que se condense humedad dentro de la carcasa.

[0028] En un aspecto, el espesor del elemento disipador lineal es mayor o igual que 1,5 mm, más preferiblemente, mayor o igual que 1,8 mm. Preferiblemente, el espesor del elemento disipador lineal es menor o igual que 2,5mm, más preferiblemente, menor o igual que 2,2mm.

[0029] En un aspecto, el elemento disipador lineal se elabora mediante un proceso de estampación que comprende una embutición profunda de una plancha plana que tenga una forma adecuada.

- [0030]** En un aspecto, los elementos disipadores lineales están montados sobre la pared inferior por remachado. Preferiblemente, el número de remaches para cada elemento disipador lineal es menor que cuatro veces el número de receptores fotovoltaicos que están montados sobre el respectivo elemento disipador lineal, más preferiblemente, menor que este último número. Preferiblemente, el número de remaches para elemento disipador lineal es igual a tres. Preferiblemente, los remaches se insertan a lo largo la dirección desde la pared inferior al elemento disipador, y no atraviesan el elemento disipador. De este modo, son ventajosamente herméticos e impermeables. Alternativamente, los remaches pueden atravesar tanto el elemento disipador como la carcasa, y se utiliza un material sellador para obtener un cierre hermético e impermeable.
- 10 **[0031]** En un aspecto, los sistemas ópticos de concentración tienen un factor de concentración geométrica mayor o igual que 200, preferiblemente, que 300, más preferiblemente, que 400 y/o menor o igual que 1000, preferiblemente, que 800, más preferiblemente, que 700. Preferiblemente, cada sistema óptico de concentración comprende un elemento óptico primario (EOP) para captar la radiación solar directa procedente del exterior de la carcasa y un elemento óptico secundario (EOS) para enfocar la radiación captada procedente del EOP sobre la célula fotovoltaica. Preferiblemente, los sistemas ópticos de concentración son sistemas ópticos refractivos. Preferiblemente, el sistema óptico es un sistema de tipo concentrador de Fresnel-Köhler (con, a modo de ejemplo, una longitud focal de aproximadamente 20 cm), en el que el EOP comprende una lente de Fresnel axialmente simétrica que está dividida en 4 sectores fuera del eje y el EOS comprende una lente secundaria refractiva que también está dividida en cuatro sectores. Cada sector de Fresnel trabaja en pareja con un sector homólogo sobre la lente del EOS para realizar la integración de la luz y conseguir una excelente uniformidad de irradiancia sobre la célula solar.
- 15 **[0032]** En un aspecto, el módulo comprende al menos un parqué (preferiblemente, una pluralidad, p. ej. tres) que comprende una disposición (preferiblemente, de 4x4 cada una) de lentes de EOP que se han fabricado juntas como una sola pieza. Normalmente, el/los parqué/s se colocan sobre la abertura de la carcasa para taparla. Preferiblemente, al menos dos bordes opuestos (preferiblemente, los cuatro bordes del parqué individual o, en el caso de una pluralidad de parqués, tres bordes de dos parqués extremos y/o dos bordes opuestos de cualquier posible parqué central) del/de los parqué/s se apoyan contra la superficie de apoyo anteriormente mencionada de la parte doblada de las paredes laterales.
- 20 **[0033]** En un aspecto, el módulo comprende al menos una viga que abarca transversalmente la abertura de la carcasa y que tiene sus extremos longitudinales (con respecto a la propia viga) opuestos respectivamente sujetos al borde libre de las paredes laterales longitudinales. Preferiblemente, el módulo comprende dos o más (siendo el número preferiblemente igual al número de los anteriores parqués menos uno) vigas que en el caso anterior, colocadas para dividir la abertura en partes iguales. La/las viga/vigas pueden ayudar a darles rigidez a las paredes laterales longitudinales, que de otro modo no podrían ser sometidas a flexión y/o torsión, ya que no pueden rigidizarse longitudinalmente durante el estampado (por ejemplo, no se pueden formar por estampado nervaduras que se extiendan longitudinalmente o transversalmente a lo largo de una pared lateral, i.e. perpendicularmente a la dirección de estampado). Preferiblemente, al menos un borde de cada uno de la anterior pluralidad de parqués (p. ej. dos bordes opuestos de cualquier posible parqué central) se apoya contra una de las anteriores vigas.
- 30 **[0034]** En un aspecto, el módulo incluye, para cada parqué, un pilar que tiene una base sujeta a la pared inferior y una punta opuesta a la base sujeta al centro geométrico del respectivo parqué para mantener el centro del parqué espacialmente fijo tanto en la dirección de profundidad de la carcasa como en cualquier dirección ortogonal de la misma. De este modo es posible reducir la concentración de la dilatación del parqué en un solo lado del parqué y conseguir que las deformaciones del parqué sean sustancialmente simétricas con respecto al punto central.
- 35 **[0035]** En un aspecto, la célula fotovoltaica es una célula multiunión que está basada, preferiblemente, en un compuesto formado por elementos pertenecientes a los grupos III-V, tal como el InGaP, el InGaAs y el Ge. Preferiblemente, el lado de célula mide menos de 10 mm.
- 40 **[0036]** En otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación del módulo según la presente invención, que comprende el paso de formar la carcasa monopieza por embutición profunda de una sola plancha de acero y, preferiblemente, de galvanizar de la carcasa a posteriori.
- 45 **[0037]** Otras características y ventajas serán más evidente a partir de la descripción detallada de algunas realizaciones ejemplares, aunque no exclusivas, entre las que también se encuentra una realización preferida, de un módulo según la presente invención. La descripción se hará más adelante con referencia a los dibujos adjuntos, que se han facilitado con una finalidad meramente indicativa y, por tanto, no limitativa, en los que:
- 50

- La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un módulo para aplicaciones solares fotovoltaicas de alta concentración según la presente invención;
 - La figura 1a es una vista ampliada de un detalle de la figura 1;
 - 5 - La figura 2 es otra vista en perspectiva del módulo de la figura 1;
 - La figura 2a es una vista ampliada de un detalle de la figura 2;
 - La figura 3 es una vista en perspectiva de la carcasa del módulo de la figura 1;
 - La figura 3a es una vista ampliada de un detalle de la figura 3;
 - La figura 4 es una vista en perspectiva del módulo de la figura 1 en la que se han eliminado algunas partes para
 - 10 mostrar mejor el interior de la carcasa;
 - La figura 5 es una vista parcial en perspectiva, en despiece parcial, del módulo de la figura 1 en la que se han eliminado la carcasa y algunos otros elementos;
 - La figura 5a es una vista ampliada de un detalle de la figura 5;
 - La figura 6 es una vista ampliada y en despiece de una parte de la figura 5;
 - 15 - La figura 7 es una vista en perspectiva del elemento disipador lineal del módulo de la figura 1;
 - La figura 8 es una vista esquemática en perspectiva de una unidad fotovoltaica que está alojada en el módulo de la figura 1; y
 - La figura 9 es una vista en perspectiva de una viga del módulo de la figura 4;
- 20 **[0038]** Con referencia a las figuras adjuntas, un módulo para aplicaciones solares fotovoltaicas de alta concentración de acuerdo con la presente invención viene indicado de manera general por medio del número de referencia 1.
- [0039]** El módulo 1 incluye una carcasa 2 que tiene una pared inferior 3, cuatro paredes laterales 4, 5, 6 y 7
- 25 (dos paredes laterales longitudinales 5 y 6 y dos paredes laterales transversales 4 y 7) conectadas a la pared inferior y al menos una abertura 8 situada enfrente de la pared inferior.
- [0040]** Preferiblemente, la carcasa es una carcasa monopieza. Preferiblemente, la carcasa es sustancialmente de acero (p. ej. acero DC06 que contenga no más de aproximadamente un 0,12% de carbono) y está formada
- 30 mediante la embutición profunda de una sola plancha de acero con un espesor de aproximadamente 0,8 mm. Preferiblemente, la carcasa se ha electrogalvanizado y barnizado por ambos lados.
- [0041]** A modo de ejemplo, las dimensiones de la carcasa a lo largo las direcciones longitudinal, transversal y
- 35 de profundidad son de 155 cm, 51 cm y 20 cm, respectivamente, y el espesor es igual a aproximadamente 1,45 mm (0,8 mm de acero más 0,08 mm de cinc galvanizado más 0,25 mm de barniz por cada lado). Cabe mencionarse que, para una profundidad de la carcasa comprendida entre 15 cm y 25 cm, tal como en una realización preferida de la presente invención, la estampación de una carcasa monopieza comparable hecha sustancialmente de aluminio requeriría un complejo, caro e impreciso proceso de estampación (normalmente, con varios pasos de estampación).
- 40 **[0042]** Preferiblemente, la carcasa incluye integralmente una primera pluralidad (dos, a modo de ejemplo) de nervaduras 19 pantallas y continuas que se extienden a lo largo de la pared inferior (paralela a la dirección longitudinal) y a lo largo de las dos paredes laterales transversales (paralelas a la dirección de profundidad) y una
- 45 segunda pluralidad (cinco, a modo de ejemplo) de nervaduras 20 paralelas y continuas que se extienden a lo largo de la pared inferior (paralela a la dirección transversal) y a lo largo de dos paredes laterales longitudinales (paralelas a la dirección de profundidad), cruzándose las nervaduras de la segunda pluralidad en la pared inferior perpendicularmente con cada nervadura de la primera pluralidad. Preferiblemente, cada nervadura está formada como un saliente con respecto a la pared respectiva, teniendo el saliente, a modo de ejemplo, una altura de aproximadamente 5 mm y una anchura de aproximadamente 60 mm. Preferiblemente, el saliente se extiende hacia
- 50 el espacio interior de la carcasa.
- [0043]** Preferiblemente, los bordes 21 formados entre la pared inferior y las paredes laterales, y los vértices 22 de la carcasa, son redondeados. Preferiblemente, una parte 23 del borde libre de cada pared lateral está doblada hacia fuera con respecto al espacio interior de la carcasa, en una longitud de, a modo de ejemplo, 24 mm. Preferiblemente, la parte doblada define una superficie de apoyo 43 (que tiene, por ejemplo, una anchura de 10 mm)
- 55 que se extiende de manera sustancialmente perpendicular a la pared lateral respectiva (o paralela a la pared inferior). Preferiblemente, tal y como se muestra a modo de ejemplo en la figura 3a, las nervaduras 19 o 20 terminan en la parte 23, al comienzo de la superficie de apoyo 43.
- [0044]** Preferiblemente, la pared inferior cuenta con una pluralidad de agujeros pasantes 24 que están

dispuestos de manera regular a lo largo de filas paralelas. Preferiblemente, los agujeros están dispuestos a lo largo de filas paralelas a la dirección transversal de la carcasa. Más preferiblemente, los agujeros están también dispuestos a lo largo de filas paralelas a la dirección longitudinal de la carcasa, según una disposición de tipo matriz. A modo de ejemplo, hay doce filas, conteniendo cada una cuatro agujeros, habiendo un total correspondiente de 48 agujeros. Preferiblemente, los agujeros tienen forma rectangular, con un tamaño, a modo de ejemplo, de 30x34,5 mm.

[0045] El módulo comprende una pluralidad de unidades fotovoltaicas 9 alojadas en la carcasa (p. ej. colocadas completamente dentro del espacio interior 18, incluyendo también la abertura), comprendiendo cada una de dichas unidades fotovoltaicas un sistema óptico de concentración 10 que tiene un factor de concentración geométrica mayor o igual que aproximadamente 100 y un receptor fotovoltaico 11 que tiene una célula fotovoltaica 12.

[0046] Preferiblemente, el receptor fotovoltaico 11 comprende un sustrato dieléctrico y térmicamente conductor 54, almohadillas 55 sobre una capa superior del sustrato, la célula fotovoltaica (FV) 12 con unos electrodos superior e inferior pegados o soldados a las almohadillas y (normalmente) un diodo de derivación 56 colocado en paralelo a la célula 12 (que permite cortocircuitar la célula en caso de fallo). Normalmente, el receptor 11 comprende unos conectores 59 que permiten hacer disponible, por medio de un conexionado adecuado, la energía eléctrica generada por la célula FV 12.

[0047] Preferiblemente, la célula fotovoltaica 12 es una célula multiunión basada, preferiblemente, en un compuesto formado por elementos pertenecientes a los grupos III-V, tal como el InGaP, el InGaAs y el Ge, sobre un sustrato de Ge, tal como el receptor fotovoltaico disponible comercialmente "Triple-Junction High Efficiency Heritage InGaP/In- GaAs/Ge Solar Cell with n-on-p Polarity on Germanium Substrate", fabricado y comercializado por la Emcore Corporation. Preferiblemente, el tamaño físico de la célula es de 5,5x6,7 mm y el tamaño de la zona activa de la célula es de 5,5x5,5 mm.

[0048] Normalmente, cada sistema óptico de concentración 10 comprende un elemento óptico primario (EOP) 50 para captar la radiación solar dirección procedente del exterior de la carcasa y una elemento óptico secundario (EOS) 51 para enfocar la radiación captada por el EOP sobre la célula fotovoltaica. Preferiblemente, el sistema óptico de concentración es un sistema óptico refractivo de tipo Fresnel-Köhler, en el que el EOP comprende una lente de Fresnel plana y axialmente simétrica (que tiene, a modo de ejemplo, un tamaño total de aproximadamente 120x120 mm² y una longitud focal de aproximadamente 20 cm), más preferiblemente dividida en cuatro sectores fuera del eje 50a, 50b, 50c y 50d. El EOS 51 es una lente refractiva que también está dividida en cuatro sectores. Ventajosamente, cada sector fuera del eje del EOP refracta la luz hacia un sector correspondiente del EOS, que luego dirige la luz sobre el punto completo en la célula solar, realizándose de este modo la integración de la luz y consiguiéndose una excelente uniformidad de irradiancia de la célula solar. Preferiblemente, el EOS 51 es una lente masiva tridimensional de un vidrio de categoría óptica (p. ej. borosilicato B270 o similar) con superficies lisas y compatible con las técnicas convencionales de moldeo de vidrio. La superficie superior del EOS tiene, principalmente, una funcionalidad óptica y comprende cuatro picos lisos que corresponden a los cuatro sectores. A modo de ejemplo, el factor de concentración geométrica es igual a 576 como consecuencia de una zona óptica activa del EOP de 120x120 mm² y una concentración de la radiación solar encima de la célula fotovoltaica con un punto de 5x5 mm².

[0049] Preferiblemente, la parte inferior del EOS 51 cuenta con una superficie plana que tiene cuatro clavijas 57 sobresalientes para apoyarse contra la superficie superior del receptor fotovoltaico, normalmente contra las almohadillas del mismo. Preferiblemente, la altura de las clavijas se ha diseñado para obtener una distancia entre la superficie plana de la parte inferior del EOS y la superficie superior de la célula 12 que esté en un rango de aproximadamente 0,20 a 0,30 mm (a modo de ejemplo, 0,26 mm). Preferiblemente, se aplica un pegamento óptico (no mostrado), preferiblemente un pegamento transparente basado en la silicona (tal como el Sylgard 183 de Dow Corning Inc.) a la superficie plana en la parte inferior del EOS a fin de que haya una correspondencia óptica entre el EOS y la célula FV y una unión permanente entre el EOS y el receptor. Según el solicitante, el anterior rango para la anterior distancia permite, por un lado, evitar que se produzca cualquier carga mecánica sobre la unión en hilo/cinta y sobre la superficie de la célula y, por el otro, que sólo sea necesaria una cantidad muy pequeña de pegamento óptico, lo que reduce la posibilidad de que queden atrapadas burbujas de aire u otras posibles fuentes de dispersión.

[0050] Preferiblemente, la superficie lateral externa del EOS está dotada de una collar sobresaliente 58 que se extiende perimetralmente a la superficie lateral (a modo de ejemplo, el collar es un anillo circular que tiene una sesión transversal escalonada). Preferiblemente, el módulo 1 comprende, para cada EOS, un reborde 60 que tiene

un agujero pasante 61 que tiene una forma que es complementaria al perímetro externo de la superficie lateral del EOS y que tiene una dimensión interior más pequeña que la dimensión exterior del collar sobresaliente 58. Preferiblemente, el reborde 60 está sujeto a (la cara interior de) la pared inferior, por ejemplo, por pegado o remachado o utilizando cinta adhesiva (no mostrado), y se apoya contra la superficie superior del collar sobresaliente, estando la parte superior del EOS insertada en el agujero 61 del reborde. Puede utilizarse ventajosamente (por medio del collar 61) para lograr una sujeción mecánica (adicional) del EOS al sustrato del receptor y del conjunto EOS-receptor a la parte inferior de la carcasa, puesto que, como ha indicado el solicitante, la superficie lateral del EOS no tiene ninguna funcionalidad óptica. Esta solución de apriete puede reducir el esfuerzo mecánico que experimenta el pegamento colocado entre el EOS y la célula FV (con la consiguiente y posible separación del pegamento de la superficie del EOS o de la célula fotovoltaica) y/o puede aumentar la resistencia del conjunto a las vibraciones y/o a potenciales esfuerzos mecánicos externos. Ventajosamente, el reborde 60 también ayuda a proteger las partes de plástico de los componentes (diodos, hilos, conectores, etc.) contra puntos calientes solares no deseados que se formen durante una posible desviación del módulo con respecto al alineamiento perfecto con el haz solar incidente directo y normal. A modo de ejemplo, el reborde 60, que, preferiblemente, es de forma rectangular, tiene unas lengüetas 62 para sujetarse a la pared inferior y tres o cuatro clavijas inclinadas 63 en las esquinas. El reborde puede elaborarse, a modo de ejemplo, a partir de una plancha (que tenga, a modo de ejemplo, un espesor de entre aproximadamente 0,5 y 0,8 mm) de metal (p. ej. acero) conformada y doblada con un agujero 61 apropiado. Cabe mencionarse que el reborde 60a que está asociado a los receptores fotovoltaicos más próximos a las paredes transversales de la carcasa tiene una forma peculiar, con una aleta que sobresale hacia la respectiva pared transversal con el fin de filtrar la radiación solar no deseada (p. ej. para proteger los hilos eléctricos subyacentes). En otra realización (no mostrada), los rebordes 60 tienen aletas adicionales que se extienden desde bordes opuestos del reborde en una extensión suficiente como para proteger los componentes subyacentes (p. ej. hilos eléctricos) frente a la radiación solar no deseada. Preferiblemente, estos rebordes con aletas que están asociados a una pluralidad de receptores a lo largo de una línea (p. ej. una línea longitudinal) se realizan como una sola pieza.

[0051] Preferiblemente, el módulo 1 comprende una pantalla 70 asociada a uno o más receptores fotovoltaicos 11 que está configurada para proteger el/los respectivo/s receptor/es fotovoltaico/s, la pared inferior y cualquier otro posible componente del módulo (tal como hilos, conectores, etc.) frente a radiación solar no deseada que incida fuera del/de los punto/s de enfoque deseados en el EOS. La pantalla, que está, preferiblemente, sujeta a la pared inferior, por ejemplo, por pegado (no mostrado), comprende normalmente un agujero pasante 72 (a modo de ejemplo, de forma rectangular) y está colocada encima del respectivo reborde 60 del respectivo receptor, estando la parte superior del EOS insertada en el agujero de la pantalla. Cabe mencionarse que las pantallas asociadas a los receptores más próximos a las paredes transversales no están dotadas del agujero y que se extiende únicamente por un lado del respectivo receptor fotovoltaico, puesto que la aleta del reborde 60a ya filtra la radiación solar no deseada por el otro lado. Preferiblemente, un elemento monopieza de filtrado 71 plasma una pluralidad (seis, a modo de ejemplo) de las anteriores pantallas 70 que son adecuados para una línea de receptores. A modo de ejemplo, los elementos de filtrado 71 están orientados de manera paralela a la dirección longitudinal (a modo de ejemplo, dos por cada fila longitudinal de doce receptores, para un total de ocho elementos de filtrado). El elemento de filtrado 71 puede elaborarse, a modo de ejemplo, a partir de una plancha de metal (p. ej. acero) conformada y doblada que tenga, a modo de ejemplo, un espesor de entre 0,3 y 0,8 mm. Preferiblemente, los elementos de filtrado 71 están dotados de aletas 73 para mejorar la convección térmica dentro de la carcasa, estando las aletas preferiblemente estructuradas para tener un borde libre distal del EOS 51 y doblado alejándose del elemento de filtrado 71 hacia la abertura 8 de la carcasa.

[0052] El módulo puede comprender además un elemento disipador del calor 14 que comprende una serie de elementos disipadores lineales termoconductores monopieza 15 para disipar el calor de los receptores fotovoltaicos. Los elementos disipadores lineales están montados sobre un lado exterior 16 de la pared inferior.

[0053] Preferiblemente, la pluralidad de receptores fotovoltaicos 11 está dispuesta en la pared inferior y distribuida de manera regular según un esquema de matriz. A modo de ejemplo, los receptores están dispuestos formando doce filas 13 paralelas a la dirección transversal de la carcasa, conteniendo cada una cuatro receptores, para un total de cuarenta y ocho receptores.

[0054] Preferiblemente, el número de elementos disipadores lineales 15 (doce, a modo de ejemplo) es igual al número de las anteriores filas 13. Los receptores fotovoltaicos que están dispuestos a lo largo de cada una de las filas 13 están montados sobre un correspondiente elemento disipador lineal para formar un puente térmico entre cada receptor fotovoltaico y el correspondiente elemento disipador lineal.

[0055] Preferiblemente, los agujeros 24 están colocados en correspondencia con la posición de los receptores fotovoltaicos. Preferiblemente, los receptores fotovoltaicos que están dispuestos a lo largo de cada una de las anteriores filas 13 están montados directamente (preferiblemente, por medio de un pegamento termoconductor -no mostrado- que sea capaz de garantizar un buen coeficiente de intercambio de calor) sobre el correspondiente de los elementos disipadores lineales 15.

[0056] Preferiblemente, tal como en el ejemplo mostrado en los dibujos, los elementos disipadores (y las filas 13) están alineados a lo largo de la dirección transversal de la carcasa. En una realización alternativa (no mostrada), los elementos disipadores están alineados a lo largo de la dirección longitudinal de la carcasa.

[0057] A modo de ejemplo, los elementos disipadores lineales están hechos de un material que contiene aproximadamente un 95% de aluminio y al menos un 2,6% de magnesio.

[0058] Preferiblemente, el elemento disipador lineal 15 es un elemento con forma de placa 30 que tiene una extensión longitudinal (con respecto al propio elemento disipador) principal 31, una parte longitudinal central 32 que se encuentra dispuesta sustancialmente en un plano horizontal y, extendiéndose desde los bordes longitudinales opuestos de la parte central, un par de aletas opuestas 33 que se extienden en el mismo semiespacio con respecto al plano horizontal y de manera sustancialmente ortogonal al plano horizontal. Preferiblemente, las aletas son aletas especulares con respecto a un plano de simetría que es perpendicular al plano horizontal y que interseca centralmente la parte longitudinal central que es paralela a la extensión longitudinal principal del elemento disipador lineal. Preferiblemente, una parte extrema 34 del borde libre de cada aleta está doblada hacia fuera con respecto al plano de simetría, en una longitudinal que está comprendida entre aproximadamente 5 mm y 50 mm, a modo de ejemplo, 10 mm. Ventajosamente, esta parte extrema doblada puede reducir el estorbo total del módulo 1 a lo largo de la dirección de profundidad (lo cual puede tener implicaciones para el problema de hacer sombra sobre los módulos próximos o de que éstos hagan sombra sobre el módulo) mientras se mantiene satisfactoriamente el rendimiento global de disipación térmica del elemento 15. Preferiblemente, la parte doblada 34 es curva. Preferiblemente, se han practicado unos recortes 35 en el borde libre de cada aleta que se extienden hasta aproximadamente la mitad de la altura de la aleta. Los recortes están colocados a mitad de camino entre las posiciones de dos receptores fotovoltaicos adyacentes. Preferiblemente, los recortes tienen una forma aproximadamente circular.

[0059] Preferiblemente, cada elemento disipador lineal comprende integralmente un número, igual al número de receptores fotovoltaicos que están montados sobre el elemento disipador lineal, de partes de montaje 36 que sobresalen de la cara superior de la parte longitudinal central 32. Cada parte de montaje tiene una superficie superior plana 37 y una forma que es complementaria a la forma del agujero 24 de la presente invención de la carcasa (preferiblemente, una forma rectangular) para poder insertarse en ésta. Preferiblemente, se emplea un cierre (no mostrado), tal como un cierre basado la silicona, en el perímetro de la parte de montaje 36 para cerrar herméticamente los intersticios que hay entre la pared inferior de la carcasa, alrededor del agujero y el elemento disipador lineal.

[0060] Cada receptor fotovoltaico 11 está montado (preferiblemente, de manera directa) sobre una respectiva parte de montaje 36. Preferiblemente, la altura de las partes de montaje 36 con respecto a la cara superior de la parte longitudinal central restante de la cual sobresalen es mayor que el espesor de la pared inferior de la carcasa. Preferiblemente, el elemento disipador lineal se elabora mediante un proceso de estampación que comprende una embutición profunda de una plancha plana de aluminio que tenga una forma adecuada. A modo de ejemplo, el espesor del elemento disipador lineal es igual a 2,0 mm.

[0061] Preferiblemente, los elementos disipadores lineales están montados sobre la pared inferior mediante remaches, la posición de los cuales se muestra a modo de ejemplo en la figura 3 por medio de los números de referencia 40. Cabe indicarse que la rigidez de los elementos disipadores lineales de aluminio puede ser mayor que la de la pared inferior de la carcasa debido a su forma y su espesor diferente. En estas circunstancias, las nervaduras 19 que se extienden a lo largo de la pared inferior de manera perpendicular a los elementos disipadores lineales pueden actuar como un muelle que absorba los esfuerzos que se generen en la pared inferior de la carcasa debido a las dilataciones térmicas.

[0062] Preferiblemente, el módulo 1 comprende una pluralidad (p. ej. tres) de parqués (sólo se muestran esquemáticamente) que comprenden una disposición (preferiblemente, de 4x4 cada una) de lentes de EOP que se han fabricado juntas como una sola pieza. Normalmente, el/los parqué/s está/n colocados en la abertura 8 de la carcasa para tapanla. A modo de ejemplo, cada parqué consta de un sustrato rígido de plástico de

polimetilmetacrilato (PMMA) de aproximadamente 3 mm de espesor con una delgada lámina de polímero aparte laminada sobre el mismo que forman (p. ej. por micrograbado en relieve) un perfil de Fresnel que define los EOP.

[0063] Preferiblemente, el módulo comprende dos vigas 85 que abarcan cada una transversalmente la 5 abertura 8 de la carcasa y que tienen sus extremos longitudinales (con respecto a la propia viga) opuestos respectivamente sujetos al borde libre de las paredes laterales longitudinales. Preferiblemente, las vigas están colocadas para dividir la abertura 8 en tres partes iguales.

[0064] Preferiblemente, cada viga es un elemento con forma de placa 90 que tiene una extensión longitudinal 10 (con respecto al propio elemento disipador) principal 91, una parte longitudinal central 91 que se encuentra dispuesta sustancialmente en un plano horizontal y, extendiéndose desde los bordes transversales opuestos de la parte longitudinal principal, un par de aletas opuestas 92 que se extienden alejándose del plano horizontal en el mismo semiespacio con respecto al plano horizontal y de manera oblicua al plano horizontal, preferiblemente, de 15 manera sustancialmente ortogonal al plano horizontal. Preferiblemente, la anchura de las lengüetas 92 es menor que la anchura transversal de la viga. Preferiblemente, la parte longitudinal principal incluye integralmente una nervadura 93 que se extiende longitudinalmente por la parte longitudinal principal (Preferiblemente, por el centro de la parte longitudinal principal). Preferiblemente, la nervadura 93 sobresale hacia el espacio interior de la carcasa. Preferiblemente, extendiéndose desde los bordes longitudinales opuestos de la parte longitudinal principal, un par de 20 aletas opuestas 94 se extienden alejándose del plano horizontal de la viga hacia el espacio interior de la carcasa y de manera oblicua al plano horizontal, preferiblemente, de manera sustancialmente ortogonal al plano horizontal. Según el solicitante, la nervadura 93 y/o las aletas 94 pueden aumentar la rigidez de la viga con respecto a la torsión y/o la flexión longitudinal, aumentando así la rigidez del módulo a lo largo de la dirección transversal y/o manteniendo constante la distancia entre el EOP y el EOS. Preferiblemente, la parte longitudinal principal 91 tiene una respectiva superficie de apoyo 96 que se extiende, preferiblemente, alrededor de toda la nervadura 93.

[0065] Preferiblemente, el borde libre de cada pared longitudinal 5 y 6 cuenta con una ranura pasante 86 para cada viga 85, preferiblemente, colocada en la parte doblada 23 de la misma. Más preferiblemente, dos ranuras 86 están colocadas, respectivamente, en los extremos opuestos de una nervadura 20. Preferiblemente, las lengüetas 92 de cada viga están metidas a presión en un par correspondiente de ranuras 86.

[0066] Preferiblemente, dos bordes opuestos del parqué central y tres bordes de los dos parqués extremos se apoyan contra la superficie de apoyo 43 de la parte doblada 23 de las paredes laterales. Preferiblemente, dos bordes opuestos del parqué central y un borde de los dos parqués extremos se apoyan contra la superficie de apoyo 96 de la parte longitudinal principal 91 de una viga. Preferiblemente, cada extremo de una respectiva nervadura 20 35 asociada a una viga 85 está dotada de un rebaje 97 que sobresale hacia fuera de la carcasa para permitir que la superficie de apoyo 96 esté a la misma altura que la superficie de apoyo 43 de la carcasa.

[0067] Preferiblemente, el parqué 80 está dotado de un borde perimetral 98 de, a modo de ejemplo, aproximadamente 15 mm de ancho más allá de la zona óptica eficaz del parqué. Esta solución puede ayudar a 40 sujetar el parqué a las paredes laterales y/o a la/s viga/s. Las dimensiones de la abertura 8 hasta la superficie de apoyo 43 están diseñadas para que se forme un hueco de aproximadamente 4 mm alrededor de todo el borde perimetral de cada parqué. Esto puede permitir las dilataciones térmicas y/o higroscópicas del parqué. De hecho, en el caso de un parqué de PMMA, con un coeficiente de dilatación térmica de $7,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, puede dilatarse térmicamente unas seis veces más que la carcasa de acero.

[0068] Preferiblemente, se coloca un material adecuado (no mostrado) (por ejemplo, una combinación de una cinta adhesiva por las dos caras, tal como la cinta 9515 de 3M Corporation, y un cierre de silicona, tal como el sellador 744 de Dow Corning Corporation) entre la superficie de apoyo 43 de las paredes laterales y/o la superficie de apoyo 96 de la/s viga/s y el borde perimetral 98 del parqué, teniendo el material propiedades de adhesión 50 apropiadas como para garantizar la unión, una elasticidad adecuada con la finalidad de absorber las anteriores dilataciones y una capacidad de sellado apropiada.

[0069] Preferiblemente, el módulo 1 incluye, para cada parqué 80, un pilar 87 que tiene una base sujeta a la pared inferior y una punta opuesta a la base sujeta al centro geométrico del respectivo parqué para mantener el 55 centro del parqué espacialmente fijo tanto en la dirección de profundidad de la carcasa como en cualquier dirección ortogonal de la misma.

[0070] Para impedir la entrada de agua, insectos y/o polvo, la carcasa tiene sellados todos los intersticios del módulo que conectan con el exterior. Preferiblemente, una válvula (no mostrada) está montada en la carcasa

adecuadamente para corregir posibles condiciones de presión diferentes dentro y fuera del módulo. Esto reduce la aparición de esfuerzos debido a una presión no equilibrada, lo que en particular podría deformar el parqué de EOP o incluso romperlo. Esta válvula puede ser una válvula disponible en el mercado y permite la circulación de aire por la válvula, pero es, al mismo tiempo, un filtro que impide el paso de humedad por el mismo. Las dimensiones de la 5 válvula deberían garantizar una circulación mínima de aire para reaccionar a cambios rápidos de temperatura (p. ej. debido a una tormenta veraniega).

[0071] Preferiblemente, el módulo comprende un par de cuerpos de montaje 85, preferiblemente, sujetos de manera estable a las paredes transversales 4 y 7, respectivamente, y configurados para montar el módulo 1 a un 10 seguidor y permitir una rotación alrededor de la dirección longitudinal.

[0072] El solicitante ha sometido al módulo 1, según la realización preferida tal y como se ha descrito anteriormente y representado en los dibujos, a ensayos experimentales con el fin de evaluar, entre otras cosas, el comportamiento térmico. La temperatura medida en la superficie externa del elemento disipador lineal en 15 correspondencia con la célula fue menor que aproximadamente 70°C para un rendimiento de célula correspondiente de aproximadamente un 27%, con una radiación solar igual a aproximadamente 900 W/m² y una temperatura del aire de 35°C (con una brisa veraniega) y menor que aproximadamente 60°C para un rendimiento de célula correspondiente de aproximadamente un 29%, con una radiación solar igual a aproximadamente 800 W/m² y una temperatura del aire de 28°C.

20

REIVINDICACIONES

1. Módulo (1) para aplicaciones solares fotovoltaicas de alta concentración que incluye una carcasa (2) que tiene una parte inferior (3), una o más paredes laterales (4, 5, 6, 7) conectadas a la pared inferior, y al menos una abertura (8) situada enfrente de la pared inferior, y una pluralidad de unidades fotovoltaicas (9) alojadas en la carcasa, comprendiendo cada una de dichas unidades fotovoltaicas un sistema óptico de concentración (10) que tiene un factor de concentración geométrica mayor o igual que aproximadamente 100 y un receptor fotovoltaico (11) que tiene una célula fotovoltaica (12), en el que la pluralidad de receptores fotovoltaicos está dispuestos a lo largo de una pluralidad de filas paralelas (13), comprendiendo además el módulo un sistema de disipación de calor (14) que comprende una serie de elementos disipadores lineales (15) para disipar calor de los receptores fotovoltaicos, estando los elementos disipadores lineales montados sobre un lado exterior (16) de la pared inferior, en el que la pared inferior tiene una pluralidad de agujeros pasantes (24) que corresponden en número y en posición a, respectivamente, el número y la posición de los receptores fotovoltaicos y en el que los receptores fotovoltaicos dispuestos a lo largo de cada una de dichas filas están montados sobre uno correspondiente de dichos elementos disipadores lineales para formar un puente térmico entre cada receptor fotovoltaico y el correspondiente elemento disipador lineal.
2. Módulo según la reivindicación 1, en el que los elementos disipadores lineales están hechos de un material que contiene al menos un 90% de aluminio.
3. Módulo según la reivindicación 1 o 2, en el que la carcasa está formada por una plancha de acero que tiene un espesor máximo mayor o igual que 0,65 mm y menor o igual que 1,1 mm.
4. Módulo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la carcasa incluye integralmente una primera pluralidad de nervaduras paralelas y continuas (19) que se extienden a lo largo de la pared inferior y las dos paredes laterales transversales y una segunda pluralidad de nervaduras paralelas y continuas (20) que se extienden a lo largo de la pared inferior y de las dos paredes laterales longitudinales, cruzándose las nervaduras de la segunda pluralidad en la pared inferior perpendicularmente a cada nervadura de la primera pluralidad, estando cada nervadura formada como un saliente con respecto a la pared respectiva, extendiéndose el saliente hacia el espacio interior de la carcasa.
5. Módulo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los bordes (21) formados entre la pared inferior y las paredes laterales, y los vértices (22) de la carcasa, son redondeados, y una parte (23) del borde libre de cada pared lateral está doblada hacia fuera con respecto al espacio interior de la carcasa, definiendo la parte doblada una superficie de apoyo (43) que se extiende de manera sustancialmente perpendicular a la respectiva pared lateral.
6. Módulo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los elementos disipadores lineales están alineados a lo largo de la dirección transversal de la carcasa.
7. Módulo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el elemento disipador lineal es un elemento con forma de placa (30) que tiene una extensión longitudinal principal (31) y una parte longitudinal central (32) que se encuentra dispuesta sustancialmente en un plano horizontal y que tiene dos bordes mutuamente enfrentados que se extienden longitudinalmente hasta el elemento disipador, y en el que, desde dichos bordes opuestos de la parte longitudinal central, se extienden un par de aletas opuestas (33) en el mismo semiespacio con respecto al plano horizontal y de manera ortogonal al plano horizontal, siendo las aletas espejadas con respecto a un plano de simetría perpendicular al plano horizontal e intersectando centralmente la parte longitudinal central paralela a la extensión longitudinal principal del elemento disipador lineal.
8. Módulo según la reivindicación 7, en el que se han practicado unos recortes (35) en el borde libre de cada aleta que se extienden hasta aproximadamente la mitad de la altura de la aleta, estando los recortes colocados a mitad de camino entre las posiciones de dos receptores fotovoltaicos adyacentes.
9. Módulo según una cualquiera de las respectivas 1 a 8, en el que los receptores fotovoltaicos que están dispuestos a lo largo de de cada una de dichas filas están montados directamente sobre el correspondiente de dichos elementos disipadores lineales.
10. Módulo según la reivindicación 9, cuando depende de la reivindicación 7 u 8, en el que cada elemento disipador lineal comprende integralmente un número, igual al número de receptores fotovoltaicos montados sobre el

elemento disipador lineal, de partes de montaje (36) que sobresalen de la cara superior de la parte longitudinal central (32) del elemento disipador lineal, teniendo cada parte de montaje una superficie superior plana (37) y una forma que es complementaria a la forma de dicho agujero (24) de la pared inferior preferiblemente, una forma rectangular) de la carcasa, e insertándose en éste, y en el que cada receptor fotovoltaico (11) está montado 5 directamente sobre una respectiva parte de montaje del elemento disipador lineal.

11. Módulo según la reivindicación 10, en el que la altura de las partes de montaje (36) con respecto a la cara superior de la parte longitudinal central de la cual sobresalen es mayor que el espesor de la pared inferior.

10 12. Módulo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el espesor del elemento disipador lineal (15) es mayor o igual que 1,5 mm y menor o igual que 2,5 mm.

13. Módulo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que los elementos disipadores lineales (15) están montados sobre la pared inferior por remachado, siendo el número de remaches para cada 15 elemento disipador lineal menor que el número de receptores fotovoltaicos que están montados sobre el respectivo elemento disipador lineal.

14. Módulo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que cada sistema óptico de concentración (10) comprende un elemento óptico primario (50) para captar la radiación solar directa procedente del exterior de la carcasa y un elemento óptico secundario (51) para enfocar la radiación captada del elemento óptico primario sobre la célula fotovoltaica y en el que el módulo comprende al menos un parqué (80) que comprende una 20 disposición de elementos ópticos primarios adyacentes que se han fabricado juntos como una sola pieza, estando el parqué colocado en la abertura (8) de la carcasa para tajarla.

25 15. Módulo según la reivindicación 14, en el que el módulo comprende al menos una viga (85) que abarca transversalmente la abertura (8) de la carcasa y que tiene sus extremos longitudinales opuestos sujetos respectivamente al borde libre de las paredes laterales longitudinales, apoyándose al menos un borde de dicho parqué contra dicha viga.

30 16. Módulo según la reivindicación 14 o 15, en el que el módulo incluye, para cada parqué, un pilar (87) que tiene una base sujeta a la pared inferior y una punta opuesta a la base sujeta al centro geométrico del respectivo parqué para mantener el centro del parqué espacialmente fijo tanto en la dirección de profundidad de la carcasa como en cualquier dirección ortogonal de la misma.

35 17. Módulo según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en el que el elemento óptico secundario (51) es una lente masiva tridimensional que tiene una superficie lateral externa dotada de un collar sobresaliente (58) que se extiende perimetralmente a la superficie lateral externa, comprendiendo además el módulo un reborde (60) para cada elemento óptico secundario que tiene un agujero pasante (61) que tiene una forma que es complementaria al parámetro de la superficie lateral externa del elemento óptico secundario y que tiene una 40 dimensión interna que es más pequeña que la dimensión externa del collar sobresaliente (58), estando el reborde sujeto a una cara interior de la pared inferior y apoyándose contra una superficie superior del collar sobresaliente, estando una parte superior del elemento óptico secundario insertado en el agujero (61) del reborde (60).

18. Procedimiento de fabricación del módulo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, en el que 45 la carcasa es una carcasa monopieza que tiene una profundidad mayor o igual que 15 cm, comprendiendo el procedimiento el paso de formar la carcasa monopieza por embutición profunda de una sola plancha de acero y, preferiblemente, de cincarse la carcasa a posteriori.

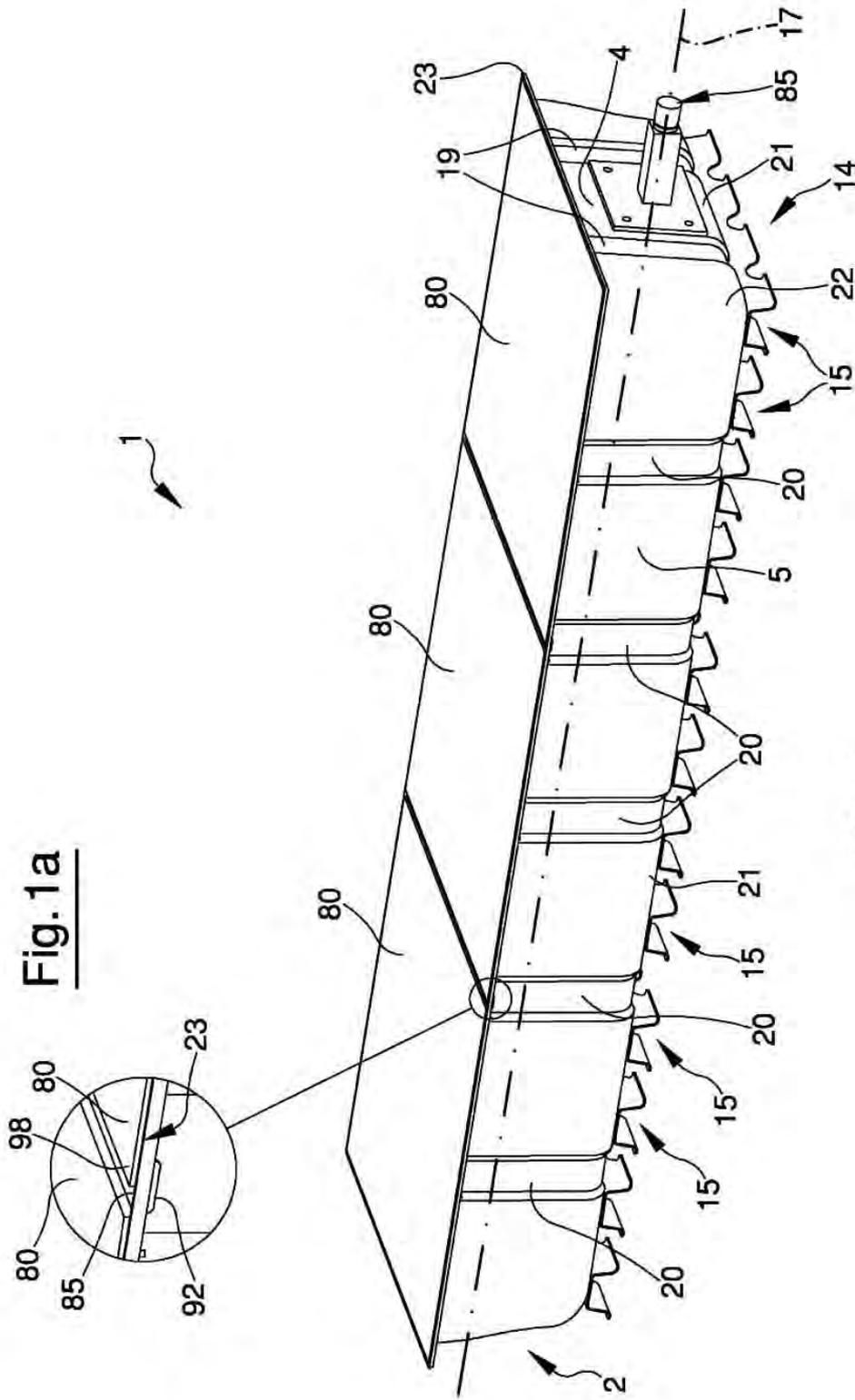


Fig. 1

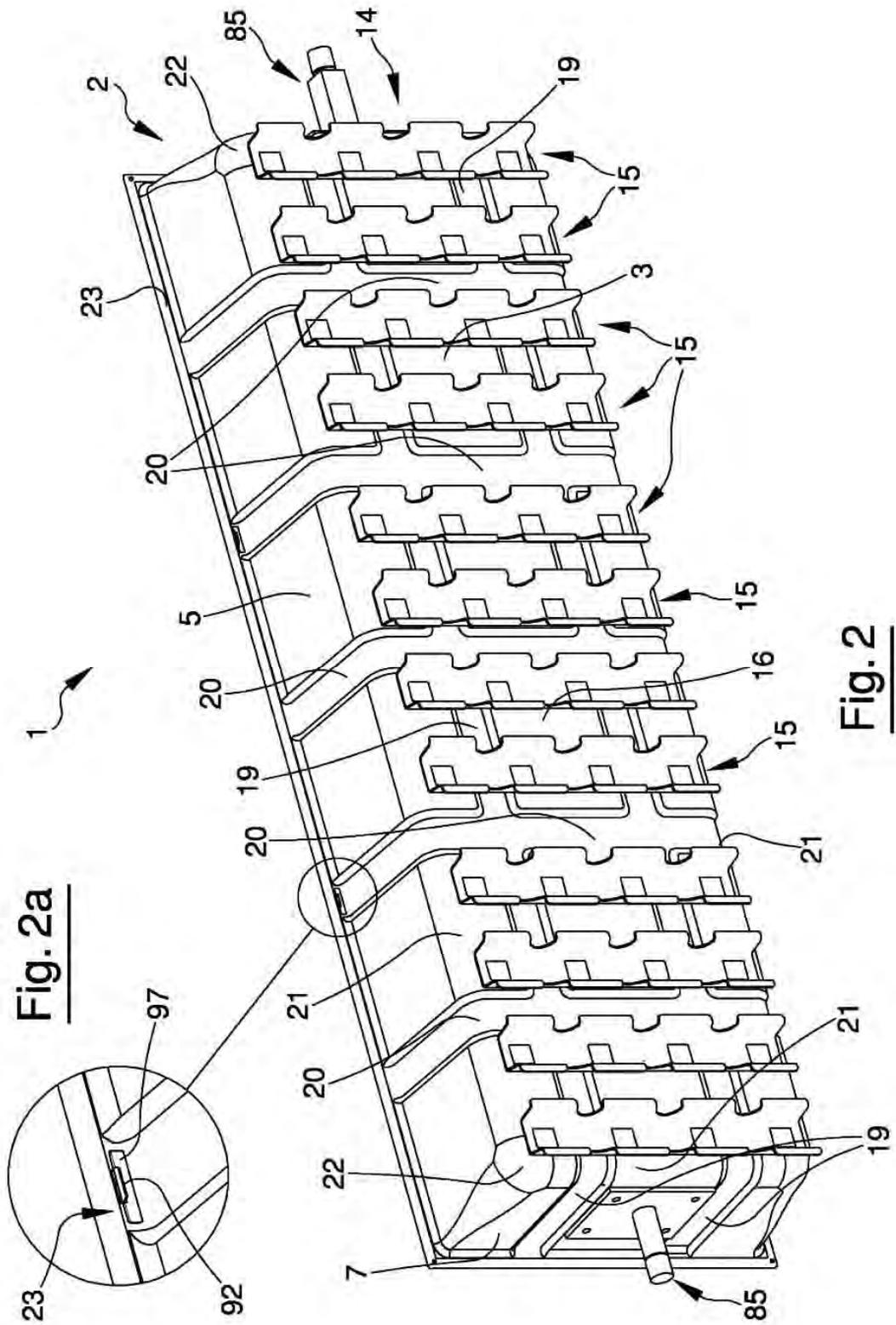


Fig. 2

Fig. 2a

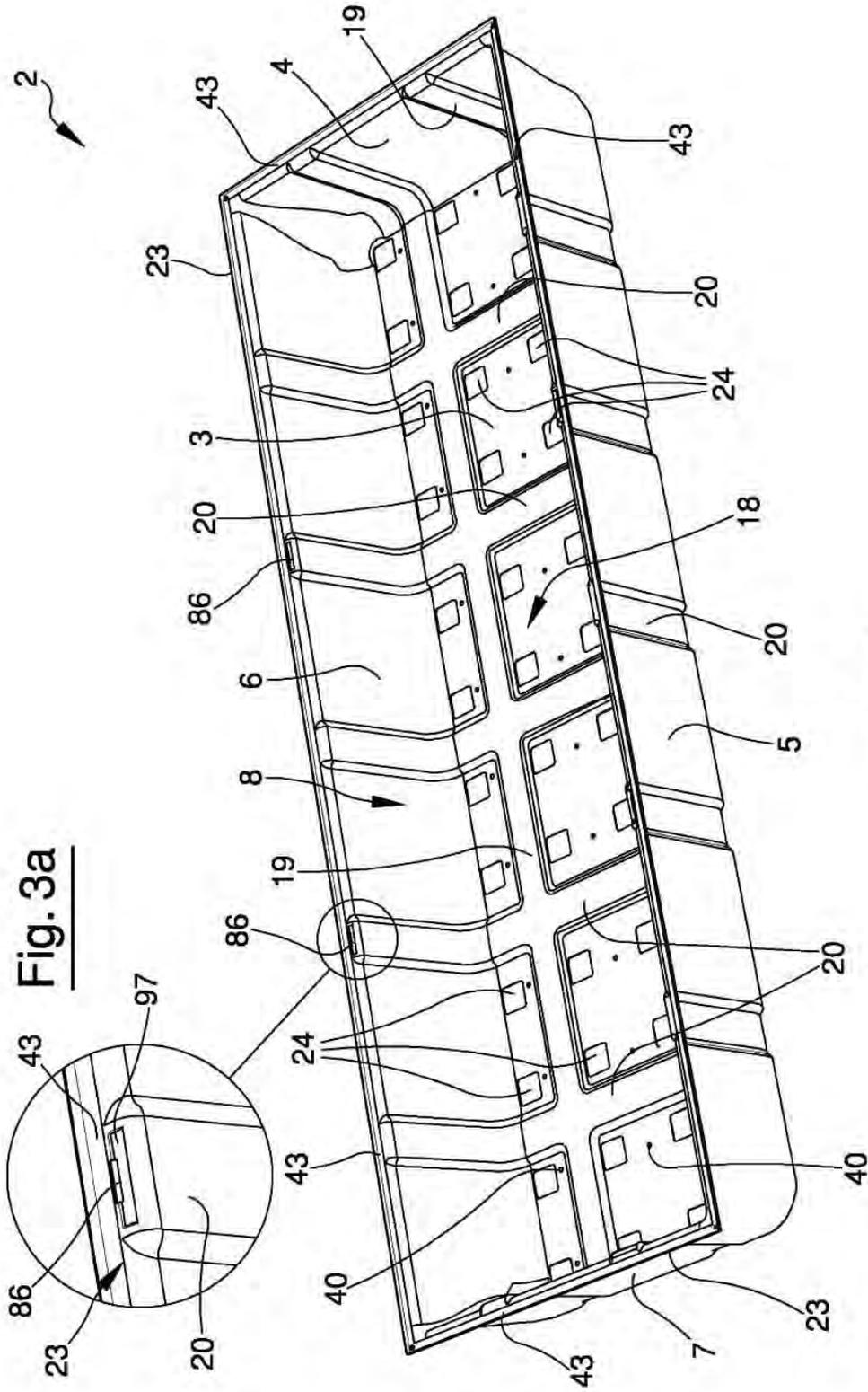


Fig. 3

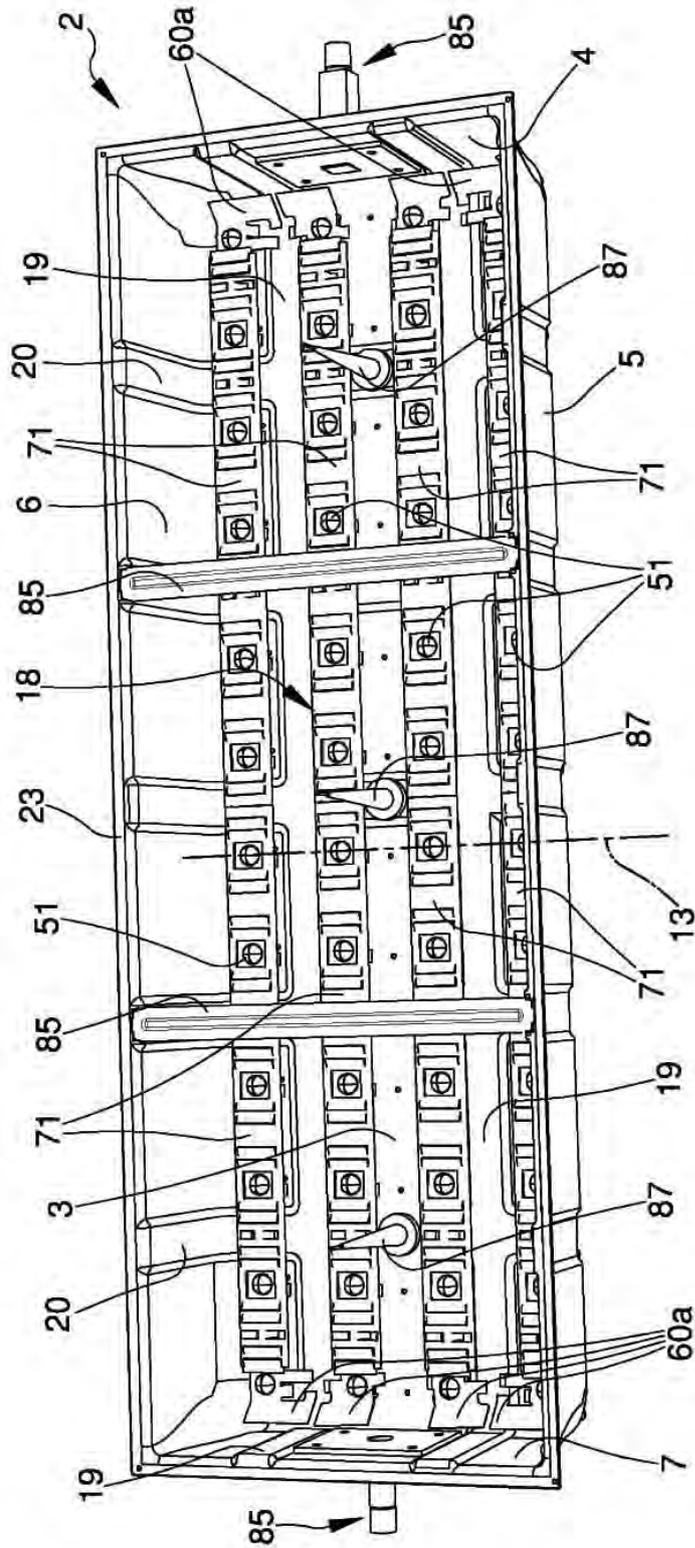


Fig. 4

Fig. 5

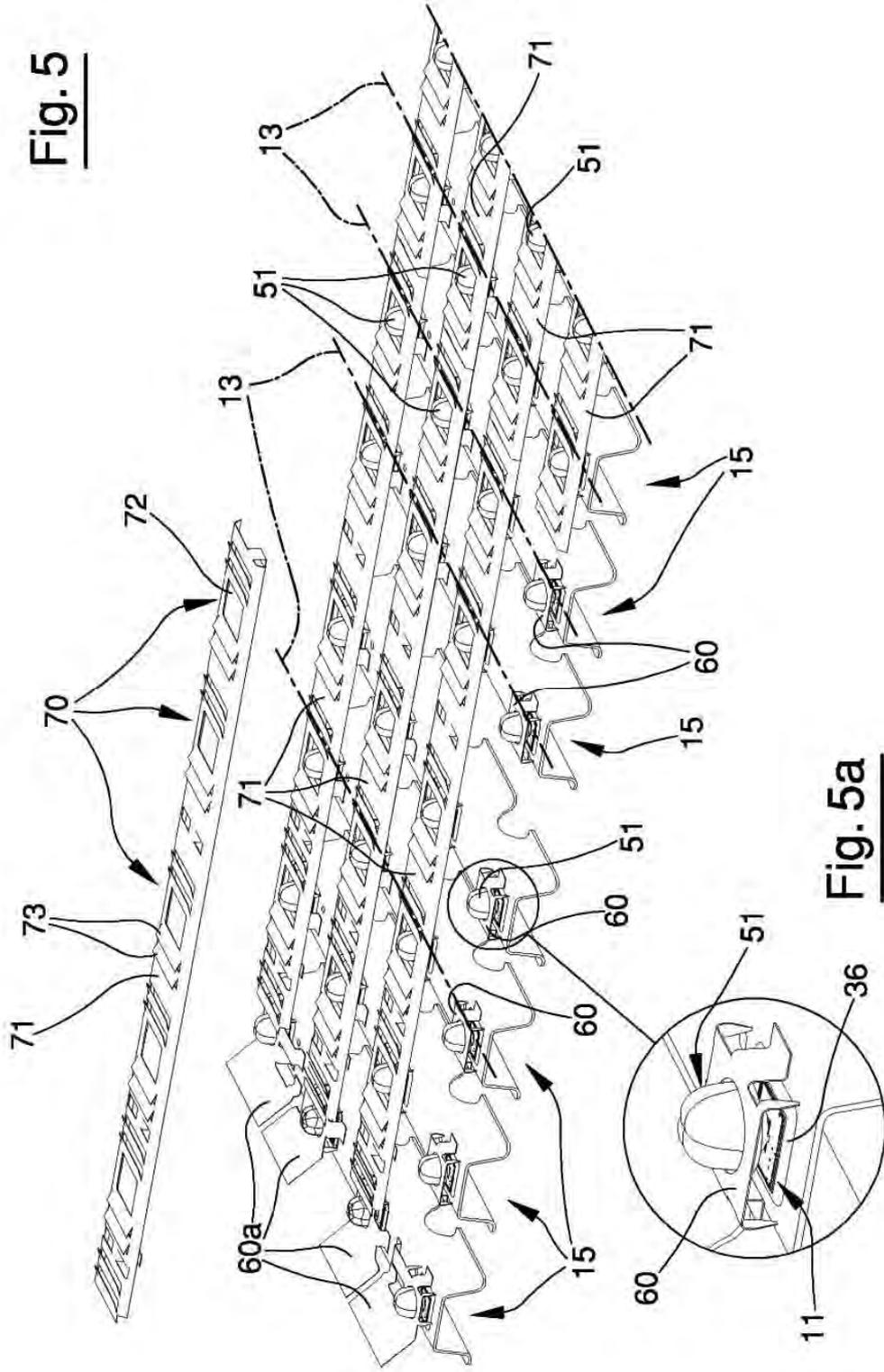


Fig. 5a

Fig. 6

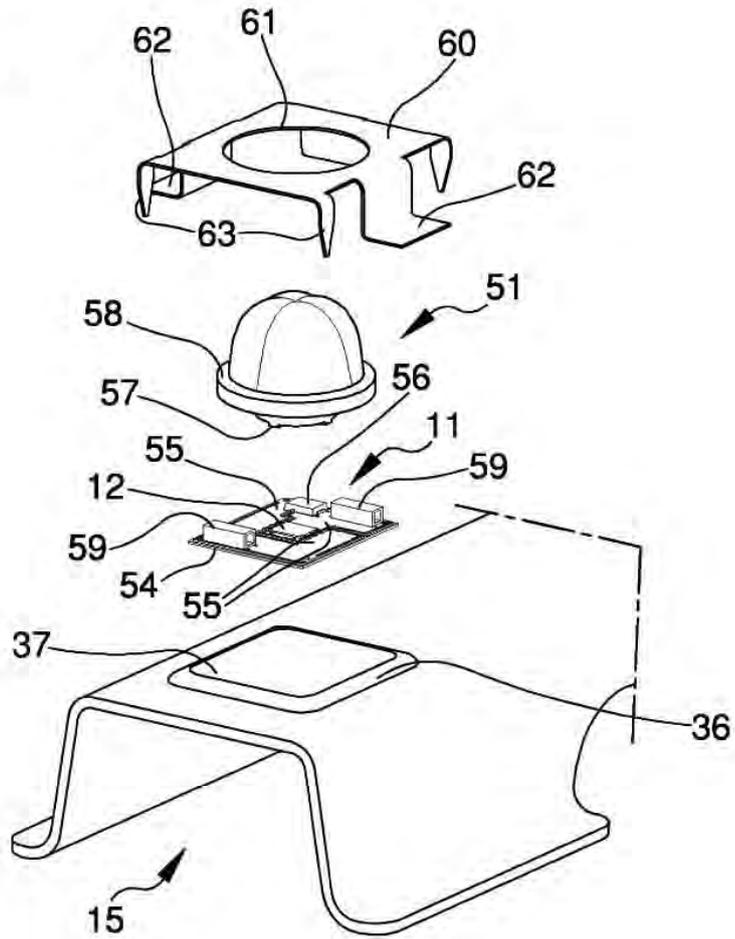


Fig. 7

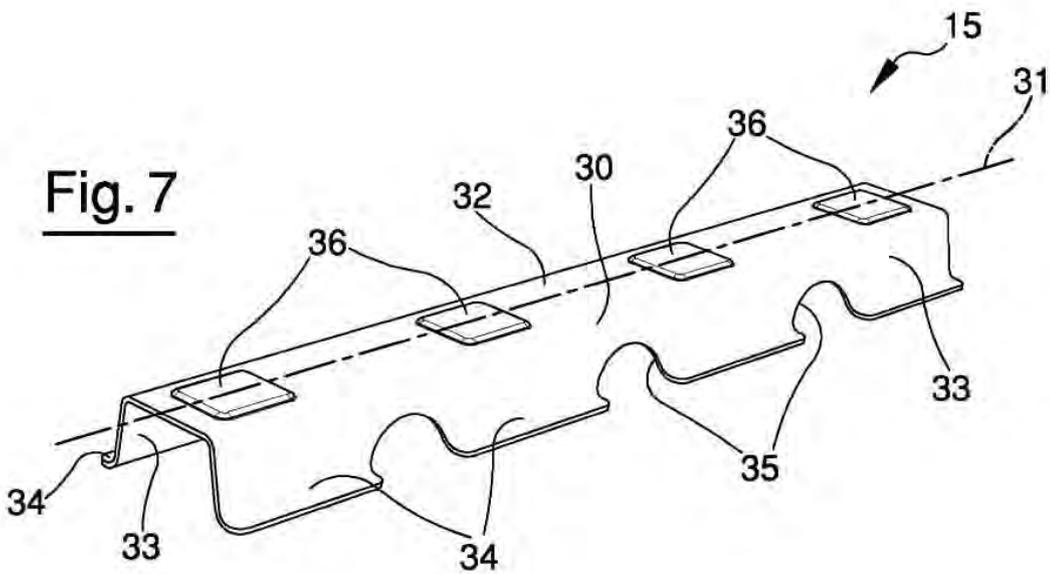


Fig. 8

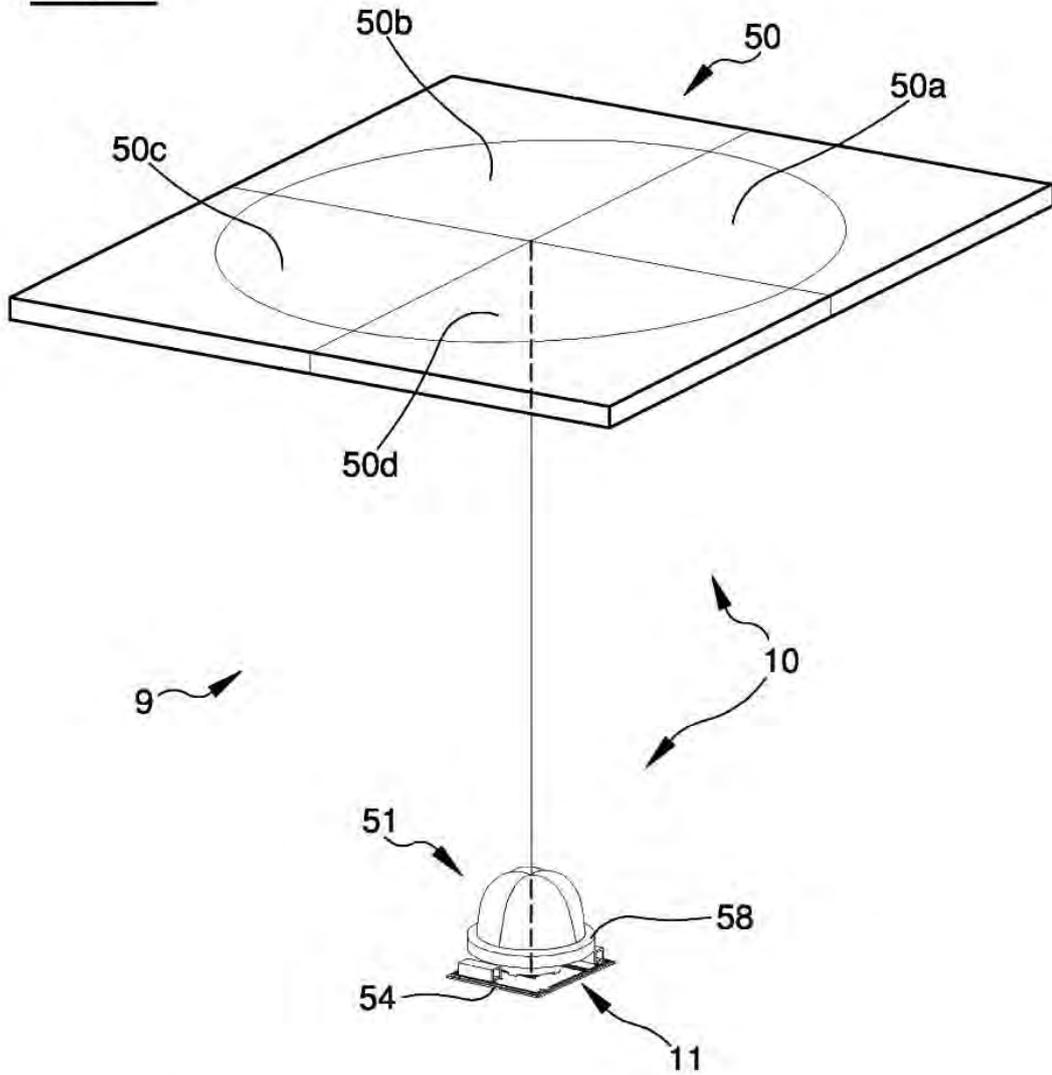


Fig. 9

