



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 324 414**

51 Int. Cl.:
H01L 31/052 (2006.01)
H02N 6/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04761207 .2**
96 Fecha de presentación : **30.08.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1661187**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.05.2006**

54 Título: **Extracción de calor de un objeto.**

30 Prioridad: **29.08.2003 US 498601 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.08.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.08.2009

73 Titular/es: **Solar Systems Pty. Ltd.**
6 Luton Lane
Hawthorn, Victoria 3122, AU

72 Inventor/es: **Lasich, John, Beavis**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 324 414 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

Extracción de calor de un objeto.

5 La presente invención se refiere a un conjunto para la extracción de calor de un objeto.

La presente invención se refiere en general a la extracción de calor de objetos en situaciones en las que se precisa una elevada transferencia de calor en espacios relativamente estrechos con poca entrada de energía para extraer el calor.

10 Una de dichas situaciones es la extracción de calor de una disposición de células fotovoltaicas en un sistema de generación de energía eléctrica basado en la radiación solar concentrada y, a continuación se describirá la presente invención, a título de ejemplo, en el contexto de dicha aplicación, aunque no está limitada a la misma.

15 Los sistemas de generación de energía eléctrica basados en la radiación solar comprenden típicamente:

(a) un receptor que comprende (i) una disposición de células fotovoltaicas que convierten la energía solar en energía eléctrica y (ii) un circuito eléctrico para transferir la salida de energía eléctrica de las células fotovoltaicas; y

20 (b) unos medios para concentrar la radiación solar en las células fotovoltaicas del receptor.

La presente invención se aplica, particularmente, aunque no exclusivamente, a sistemas de generación de energía eléctrica basados en la radiación solar a gran escala, del tipo descrito anteriormente, capaces de producir cantidades sustanciales de energía eléctrica lista para acondicionar por lo menos 20 kW de potencia a 415 voltios CA de corriente trifásica.

30 Algunas aplicaciones para dichos sistemas de generación de energía a gran escala comprenden el suministro de energía en una zona remota para redes aisladas, la energía para red eléctrica principal, el bombeo de agua, telecomunicaciones, bombeo de petróleo crudo, purificación de agua y generación de hidrógeno.

Un aspecto significativo asociado con el desarrollo de sistemas de generación de energía eléctrica basados en la radiación solar del tipo descrito anteriormente es que puede extraer el calor suficiente de la disposición de células fotovoltaicas como para facilitar el funcionamiento a largo lazo de los materiales de dicha disposición de células en situaciones en las que tiene lugar:

(a) una exposición a radiaciones solares de una intensidad extremadamente elevada, capaz de producir temperaturas elevadas, es decir, temperaturas considerablemente superiores a 1.000°C;

40 (b) ciclos entre las intensidades de radiación solar altas y bajas;

(c) variaciones de temperatura entre las distintas partes de la disposición de células; y

45 (d) distintas velocidades de expansión térmica de los diferentes materiales que forman la disposición de células y sus componentes asociados.

En los sistemas de generación de energía eléctrica basados en las radiaciones solares a gran escala del tipo descrito anteriormente, las células fotovoltaicas se exponen a intensidades de radiación solar de por lo menos 200 veces la intensidad del sol durante las condiciones de funcionamiento óptimas. Además, las células fotovoltaicas están sometidas a unos ciclos significativos entre niveles de radiación solar extremadamente elevados y bajos, así como a variaciones en la intensidad de la radiación solar a través de la superficie del receptor.

55 La solicitud internacional PCT/AU02/00402 a nombre del presente solicitante da a conocer un receptor de un sistema de generación de energía eléctrica basado en la radiación solar, que comprende una pluralidad de módulos de células conectados entre sí eléctricamente. La solicitud internacional da a conocer que cada módulo comprende una pluralidad de células fotovoltaicas y una forma particular de montaje para extraer calor de la disposición de células fotovoltaicas.

60 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un conjunto de extracción de calor alternativo para una disposición de células, que permita que dicha disposición de células se enfríe lo suficiente como para soportar la exposición durante un periodo de tiempo largo a intensidades elevadas de radiación solar, con ciclos entre intensidades de radiación solar extremadamente altas y bajas, variaciones de temperatura entre las distintas secciones de componentes de los módulos y el receptor, y diferentes velocidades de expansión térmica de los distintos materiales que forman parte la disposición de células.

65 En el documento US2002/0189662A1 se describe un dispositivo para la producción de energía solar y agua, que comprende una estructura de cubierta con módulos adaptados para su conexión conjunta, comprendiendo cada uno de los módulos un elemento fotovoltaico y un dispositivo refrigerante que está dispuesto debajo del elemento fotovoltaico

ES 2 324 414 T3

y presenta la forma de un dispositivo de fluido acanalado, de modo que una línea de fluido o más quede rectilínea de un modo serpenteante o en forma de bucles o hélices entre las conexiones de entrada y salida para el flujo refrigerante.

5 El documento US-A-4.235.221 da a conocer un sistema y un aparato de energía solar que comprenden unos elementos de recogida de energía solar dispuestos encima o flotando en un cuerpo de agua, como un lago, depósito, bahía, estanque, océano o mar. Una sección de panel de recogida de energía solar del tipo compuesto comprende una forma de canal aislante provisto de placas de cubierta transparentes y unas capas de alojamiento de elementos termoelectrónicos, así como un tubo de fluido térmico de recogida y de absorción unido entre placas de absorción y de
10 conducción dispuestas debajo de las capas de elementos termoelectrónicos.

En términos generales, la presente invención proporciona un módulo de célula fotovoltaica para un receptor de un sistema de generación de energía eléctrica basado en la radiación solar. El módulo comprende un conjunto para la extracción de calor de las células fotovoltaicas. Dicho conjunto para la extracción de calor comprende una cámara de refrigerante dispuesta detrás y en contacto térmico con la superficie expuesta de las células fotovoltaicas. La cámara de refrigerante comprende una entrada para un refrigerante y una salida para el refrigerante calentado. El conjunto de extracción de calor comprende asimismo una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas de contacto térmico elevado con las células fotovoltaicas y cada uno de ellos y conjuntamente presentan una superficie grande para la transferencia de calor y definen un laberinto tridimensional dentro de la cámara de refrigerante que puede conducir el calor a su
15 través, alejándolo de la célula o células fotovoltaicas hacia el flujo refrigerante a través del laberinto desde la entrada hasta la salida de la cámara de refrigerante.

En términos más específicos, según la presente invención se prevé un módulo de células fotovoltaicas para un receptor de un sistema de generación de energía eléctrica basado en la radiación solar, comprendiendo dicho módulo:

- 25 (a) una o más células fotovoltaicas que presentan una superficie expuesta para la radiación solar;
- (b) una conexión eléctrica para transferir la salida de energía eléctrica de la célula o células fotovoltaicas a un circuito de salida; y
- 30 (c) un conjunto para la extracción de calor de la célula o células fotovoltaicas, comprendiendo dicho conjunto (i) una carcasa dispuesta detrás y en contacto térmico con la superficie expuesta de la célula o células fotovoltaicas, comprendiendo dicha carcasa una base y unas paredes laterales que se extienden desde la base, definiendo con la base las paredes laterales y la célula o células fotovoltaicas una cámara de refrigerante, y comprendiendo la carcasa una entrada para suministrar un refrigerante al interior de la cámara y una salida para descargar dicho refrigerante de dicha cámara, y (ii) un elemento refrigerante dispuesto en la cámara de refrigerante en una relación de transferencia de calor con la célula o células refrigerantes, comprendiendo dicho elemento refrigerante una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas de un material con una elevada conductividad térmica, que se encuentran en contacto térmico y presentan un área de superficie grande para la transferencia de calor y definen un laberinto tridimensional que puede conducir el calor a su través alejándolo de la célula o células fotovoltaicas a través de la cantidad sustancial de pasos de transferencia de calor formados por las perlas, vástagos, barras o bolas conectados térmicamente y prevé una cantidad sustancial de pasos de flujo refrigerante que, en funcionamiento del módulo, se suministra a la cámara de refrigerante a través de la entrada y fluye a través del elemento refrigerante y se descarga de la cámara de
35 refrigerante a través de la salida.

La invención es un disipador de calor sencillo, económico, compacto y eficiente, basado en un laberinto de material conductor térmicamente y en vacíos con proporciones optimizadas para la conducción de calor, dispuesto en una cámara de refrigerante y capaz de extraer cantidades sustanciales de calor de la/s célula/células fotovoltaica/s. Dicho laberinto está provisto de un área de superficie grande para la transferencia de calor elevada al refrigerante, un espacio vacío optimizado para facilitar el suficiente flujo refrigerante para retirar la energía de calor concentrada de la/s célula/células fotovoltaica/s con poca caída de presión del refrigerante y la consecuente baja potencia de bombeo de refrigerante requerida para hacer circular dicho refrigerante. En particular, el disipador de calor según la invención consigue la extracción de calor necesaria de la/s célula/s fotovoltaica/s dentro de una limitación significativa de la localización del disipador de calor completamente detrás del área de la célula proyectada y permitiendo así que el área receptora expuesta esté compuesta en su totalidad por célula/s fotovoltaica/s. Esta limitación de espacio no se encuentra en los disipadores de calor utilizados en otras aplicaciones de energía no solar y representa una limitación significativa en el contexto de los sistemas de generación de energía eléctrica basados en la radiación solar.

60 El solicitante ha descubierto que el módulo de célula descrito anteriormente, que se caracteriza por una cantidad sustancial de pasos de transferencia de calor formados por las perlas, vástagos, barras o bolas de contacto térmico y por la cantidad sustancial de pasos de flujo refrigerante, puede extraer cantidades de calor significativas generadas por la radiación solar concentrada incidente, de un modo económico, eficiente y fiable. En particular, el solicitante ha descubierto que la estructura de laberinto del elemento refrigerante hace que sea posible dirigir la energía calorífica progresivamente alejándola de la célula o células fotovoltaicas y de las perlas, vástagos, barras o bolas de material de una elevada conductividad térmica y, a continuación, al refrigerante.

ES 2 324 414 T3

De este modo, el módulo de célula aborda el problema significativo de que una parte importante de la radiación concentrada incidente en las células fotovoltaicas de los receptores de los sistemas de generación de energía eléctrica basados en la radiación solar no se convierte en electricidad y se manifiesta como calor que normalmente reduciría la eficiencia de las células fotovoltaicas sustancialmente al incrementar su temperatura de funcionamiento.

5 En particular, el solicitante ha descubierto que el módulo de células descrito anteriormente hace que sea posible extraer suficiente calor generado por la radiación solar concentrada incidente, de manera que la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante de entrada y las caras frontales de las células fotovoltaicas es inferior a 40°C, típicamente inferior a 30°C, más típicamente inferior a 25°C, y en las pruebas recientes inferior a 20°C, y este resultado se puede alcanzar con una caída de baja presión del refrigerante, típicamente inferior a 100 kPa, típicamente inferior a 60 kPa, y más típicamente inferior a 40 kPa entre la entrada de refrigerante y la salida de refrigerante del módulo de célula. La caída baja de presión es una consideración importante, dado que significa que se pueden minimizar los requisitos de energía para hacer circular el refrigerante por el módulo.

15 En un dispositivo de ensayos de funcionamiento específico, el solicitante ha descubierto que el módulo de célula descrito anteriormente se podría hacer funcionar de manera que mantenga una diferencia de temperatura de 20,5°C entre la temperatura del refrigerante de entrada y las caras frontales de las células fotovoltaicas, y que bajo dichas condiciones de funcionamiento se extrajeran 30 W de calor por cm² de área de superficie expuesta de célula de la célula descrita anteriormente, el módulo generó 8,1 W de electricidad por cm² de área de superficie expuesta de la célula, y el módulo reflejó 6 W de calor por cm² de área de superficie expuesta de la célula como radiación infrarroja. El paso de flujo de refrigerante del módulo 23 forma parte del circuito de refrigerante. En total, incidió en la célula y se procesó un total de 44,1 W de energía (en las formas de calor, electricidad y radiación infrarroja) por cm² de área de superficie expuesta de la célula. Normalmente, una densidad de energía de este nivel produciría temperaturas de por lo menos 600°C y a esta temperatura la célula se destruiría.

25 Además, el solicitante ha descubierto que el módulo de célula descrito anteriormente se puede fabricar de forma relativamente barata y con un funcionamiento consistente.

30 Preferentemente, el conjunto de extracción de calor está dispuesto en su totalidad detrás y no se extiende lateralmente más allá del área de superficie expuesta de la célula o células fotovoltaicas.

35 Preferentemente, el elemento refrigerante comprende perlas, vástagos, barras o bolas de material con elevada conductividad térmica que están conectados térmicamente entre sí sinterizando dichas perlas, vástagos, barras o bolas conjuntamente. Una ventaja de la sinterización sobre algunas otras opciones para la conexión de las perlas, vástagos, barras o bolas conjuntamente es que tiene lugar un contacto directo entre dichas perlas, vástagos, barras o bolas y dicho contacto directo optimiza la transferencia de calor entre las perlas, vástagos, barras o bolas.

40 Preferentemente, el área de superficie para la transferencia de calor provista por las perlas, vástagos, barras o bolas de material de elevada conductividad térmica es por lo menos 5, y con mayor preferencia 10, veces el área de superficie de la superficie frontal de la masa de perlas, vástagos, barras o bolas de material con elevada conductividad térmica que se encuentran en contacto directo con el sustrato. Como consecuencia, el elemento refrigerante es un elemento de transferencia de calor particularmente efectivo.

45 Preferentemente, el elemento refrigerante ocupa sustancialmente por lo menos el volumen de la cámara de refrigerante.

50 Preferentemente, la entrada de refrigerante está situada en una pared lateral de la carcasa o en la base de la carcasa de la zona de dicha pared lateral y la salida de refrigerante está dispuesta en una pared lateral opuesta o en la base de la zona de dicha pared lateral.

55 Con esta disposición, el elemento refrigerante presenta preferentemente una forma de manera que la cámara de refrigerante incluya un colector en comunicación fluida con la entrada de refrigerante que se extiende a lo largo de la pared lateral de entrada y un colector en comunicación fluida con la salida de refrigerante que se extiende a lo largo de la pared lateral de salida. El solicitante ha descubierto en los ensayos de funcionamiento que esta disposición de colectores de entrada y salida asegura que la caída de presión encontrada a través de cualquier paso de flujo paralelo al plano de la célula o células fotovoltaicas es sustancialmente igual, facilitando así incluso el enfriamiento a través de la totalidad del área del disipador de calor. Éste resulta un aspecto importante en situaciones en las que el conjunto de extracción de calor está dispuesto en su totalidad detrás y no se extiende lateralmente más allá del área de superficie de la célula o células fotovoltaicas. Cuando el disipador se extiende lateralmente más allá de la extensión del dispositivo que se está refrigerando, ni siquiera la refrigeración es un problema.

60 Preferentemente, la carcasa comprende un obstáculo que se extiende hacia arriba desde la base hacia el interior de la pared lateral de entrada y que define una barrera para el flujo de refrigerante a través de la cámara de refrigerante desde la entrada de refrigerante.

65 Preferentemente, la carcasa comprende un obstáculo que se extiende hacia arriba desde la base hacia el interior de la pared lateral de salida y que define una barrera para el flujo de refrigerante desde la cámara de refrigerante hasta la salida de refrigerante.

ES 2 324 414 T3

El solicitante ha descubierto en los ensayos de funcionamiento que los obstáculos mejoran la distribución del refrigerante por la cámara de refrigerante y, así, minimizan las variaciones de temperatura dentro de dicha cámara e incrementan la conductancia térmica general del conjunto de extracción de calor. En particular, el obstáculo en el lateral de entrada preferentemente provoca que el flujo de refrigerante procedente del lateral de entrada se aleje de la base y se dirija hacia el plano de la célula o células fotovoltaicas y, por lo tanto, paralelo a la célula/células hacia el obstáculo en el lateral de salida. Dicho obstáculo en el lateral de salida preferentemente dirige el flujo de refrigerante calentado alejándolo de la célula/células hacia la base y desde la carcasa. El resultado final es que los obstáculos concentran el flujo de refrigerante en las secciones superiores de la cámara de refrigerante, donde se requieren los niveles máximos más elevados de extracción de calor.

Preferentemente las perlas, vástagos, barras o bolas de material de elevada conductividad térmica presentan una dimensión principal de 0,8-2,0 mm.

Con mayor preferencia, las perlas, vástagos, barras o bolas de material de elevada conductividad térmica presentan una dimensión principal de 0,8-14 mm.

Los ensayos de funcionamiento realizados por el solicitante se han basado en el uso de vástagos cilíndricos de 1,2 mm de diámetro y 1,3 mm de longitud. Dichos vástagos se formaron cortando cable eléctrico de un diámetro de 1,2 mm.

Preferentemente, la densidad de empaquetado de las perlas, vástagos, barras o bolas de material de elevada conductividad térmica se reduce con la distancia a medida que se aleja del sustrato. Esta característica facilita la retirada de calor alejado de la célula o células fotovoltaicas.

Preferentemente, los pasos de flujo refrigerante ocupan entre el 20 y el 30% del volumen del elemento refrigerante.

Se observa que en cualquier situación dada existe una necesidad de encontrar un equilibrio entre el volumen ocupado por las perlas, vástagos, barras o bolas de material de elevada conductividad térmica (es decir la capacidad de disipar calor del elemento refrigerante) y la cantidad de área de superficie para la transferencia de calor provista por las perlas, vástagos, barras o bolas (es decir la capacidad del elemento refrigerante de transferir calor al refrigerante), y el espacio vacío disponible para el flujo de refrigerante a través del elemento refrigerante (es decir, la capacidad del elemento refrigerante para permitir el paso del flujo refrigerante). El volumen y el área de superficie de las perlas, vástagos, barras o bolas y el espacio vacío están interrelacionados y pueden entrar en competencia entre sí lo cual precisa ser considerado en base a cada caso cuando se concibe el elemento refrigerante para una situación determinada.

Preferentemente, el elemento refrigerante actúa como un disipador de calor.

El elemento refrigerante puede estar constituido por cualquier material con una elevada conductividad térmica adecuada.

Preferentemente, el material con una conductividad elevada es cobre o una aleación de cobre.

Preferentemente, el cobre o la aleación de cobre son resistentes a la corrosión y/o a la erosión por el refrigerante.

Preferentemente, el módulo de la célula comprende un sustrato en el que se montan la célula o células fotovoltaicas y en el que se monta la carcasa.

Preferentemente, el sustrato está constituido o comprende una o varias capas de material aislante eléctrico.

Preferentemente, el sustrato está constituido a partir de un material que presenta una elevada conductividad térmica.

Un material adecuado para el sustrato es el nitruro de aluminio. Este material cerámico es un aislante eléctrico y presenta una conductividad térmica elevada.

Preferentemente, el sustrato comprende una capa metalizada interpuesta entre la célula o células fotovoltaicas y la capa o capas aislantes eléctricas.

Preferentemente, el sustrato comprende una capa metalizada interpuesta entre la capa o capas aislantes eléctricas y el elemento refrigerante.

De acuerdo con la presente invención, se prevé un método de fabricación para el módulo de célula fotovoltaica descrito anteriormente que comprende:

- (a) conformar el elemento refrigerante suministrando una masa predeterminada de una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas de material con una conductividad elevada en un molde de una forma predeterminada y, a continuación, calentando dichas perlas, vástagos, barras o bolas de un material con una conductividad térmica elevada y sinterizando las perlas, vástagos, barras o bolas conjuntamente para formar el elemento refrigerante;

ES 2 324 414 T3

(b) disponer el elemento refrigerante en la carcasa; y

(c) montar la célula o células fotovoltaicas en la carcasa.

5 De acuerdo con la presente invención, se prevé un método de fabricación del módulo de célula fotovoltaica descrito anteriormente, que comprende:

10 (a) conformar el elemento refrigerante suministrando una masa predeterminada de una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas de material con una conductividad térmica elevada en la carcasa y, a continuación, calentando dichas perlas, vástagos, barras o bolas de un material con una conductividad térmica elevada y sinterizando las perlas, vástagos, barras o bolas conjuntamente para formar el elemento refrigerante en la carcasa; y

15 (b) montar la célula o células fotovoltaicas en la carcasa, por ejemplo soldando o sinterizando el sustrato a la carcasa.

20 Preferentemente, los métodos descritos anteriormente comprenden el pulido de la superficie del elemento refrigerante que forma una superficie de contacto con el sustrato para incrementar el área de superficie de contacto entre las perlas, vástagos, barras o bolas de material con una conductividad térmica elevada y el sustrato.

25 Según la presente invención, se prevé un método de fabricación del módulo de célula fotovoltaica descrito anteriormente, que comprende la formación del elemento refrigerante suministrando una masa predeterminada de una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas de material con una conductividad térmica elevada en la carcasa y disponiendo el sustrato en la carcasa y, a continuación, calentando dichas perlas, vástagos, barras o bolas de un material con una conductividad térmica elevada y sinterizando las perlas, vástagos, barras o bolas conjuntamente para formar el elemento refrigerante en la carcasa y uniendo el elemento refrigerante a la carcasa y al sustrato. Una ventaja de este método es que existe una conexión conductora mejor entre el sustrato y el elemento refrigerante, que la que se consigue con una conexión soldada.

30 Según la presente invención, se prevé asimismo un sistema para la generación de energía eléctrica de la radiación solar que comprende:

35 (a) un receptor que comprende una pluralidad de células fotovoltaicas para convertir la energía solar en energía eléctrica y un circuito eléctrico para transferir la salida de energía eléctrica de las células fotovoltaicas; y

(b) unos medios para concentrar la radiación solar en el receptor; y

40 estando dicho sistema caracterizado porque el receptor comprende una pluralidad de módulos de célula fotovoltaica descritos anteriormente, un circuito eléctrico que comprende las células fotovoltaicas de cada uno de los módulos, y un circuito refrigerante que comprende el conjunto de extracción de calor de cada módulo.

45 Preferentemente, en funcionamiento, el refrigerante mantiene las células fotovoltaicas a una temperatura inferior a 80°C.

Con mayor preferencia, en funcionamiento, el refrigerante mantiene las células fotovoltaicas a una temperatura inferior a 70°C.

50 Particularmente, se prefiere que, en funcionamiento, el refrigerante mantenga las células fotovoltaicas a una temperatura inferior a 60°C.

Más particularmente, se prefiere que, en funcionamiento, el refrigerante mantenga las células fotovoltaicas a una temperatura inferior a 40°C.

55 Preferentemente, el receptor comprende un marco que soporta los módulos en una disposición de módulos.

Preferentemente, el marco de soporte sostiene los módulos de manera que las células fotovoltaicas formen por lo menos una superficie sustancialmente continua que quede expuesta a la radiación solar concentrada reflejada.

60 La superficie puede ser plana, curvada o escalonada del tipo Fresnel.

Preferentemente, el marco de soporte comprende un paso de flujo refrigerante que suministra refrigerante a las entradas de refrigerante de los módulos y extrae el refrigerante de las salidas de refrigerante de los módulos.

65 Preferentemente, el refrigerante es agua.

Preferentemente la temperatura de entrada del agua es tan fría como razonablemente se pueda obtener.

Típicamente, la temperatura de entrada del agua está comprendida entre 10 y 30°C.

ES 2 324 414 T3

Típicamente, la temperatura de salida del agua está comprendida entre 20 y 40°C.

Preferentemente, los medios para la concentración de la radiación solar en el receptor son un reflector cóncavo que comprende una disposición de espejos para reflejar la radiación solar que es incidente en los espejos hacia las células fotovoltaicas.

Preferentemente el área de superficie de los espejos del reflector cóncavo que está expuesto a la radiación solar es sustancialmente superior al área de superficie de las células fotovoltaicas que está expuesta a la radiación solar reflejada.

La presente invención se describirá con mayor detalle mediante un ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es una vista en perspectiva de una forma de realización preferida de un sistema de generación de energía eléctrica de radiación solar según la presente invención;

la Figura 2 es una vista frontal del receptor del sistema que se muestra en la Figura 1, que ilustra el área de superficie expuesta de las células fotovoltaicas del receptor;

la Figura 3 es una vista en perspectiva parcialmente seccionada del receptor con los componentes retirados para ilustrar con mayor claridad el circuito refrigerante que forma parte del receptor;

la Figura 4 es una vista en perspectiva explosionada de una forma de realización de un módulo de célula fotovoltaica según la presente invención, que forma parte del receptor;

la Figura 5 es una vista en planta superior de la carcasa del módulo de célula que se muestra en la Figura 4;

la Figura 6 es una sección por la línea 5-5 de la Figura 5;

la Figura 7 es una vista en perspectiva de otra forma de realización de una carcasa de un módulo de célula fotovoltaica según la presente invención;

la Figura 8 es una vista en planta superior de la carcasa que se muestra en la Figura 7;

la Figura 9 es una vista en planta superior de otra forma de realización de una carcasa de un módulo de célula fotovoltaica según la presente invención.

El sistema de generación de energía eléctrica basado en la radiación solar que se muestra en la Figura 1 comprende una disposición parabólica de espejos 3 que refleja la radiación solar que es incidente en los espejos hacia una pluralidad de células fotovoltaicas 5.

Las células 5 forman parte de un receptor de radiación solar que está designado generalmente con la referencia numérica 7.

La disposición general del receptor 7 se muestra en las Figuras 2 y 3.

Las Figuras 1 a 3 son idénticas a las Figuras 1 a 3 de la solicitud de patente internacional PCT/AU02/00402 y la descripción en la solicitud de patente internacional se incorpora en el presente documento como referencia cruzada.

El área de superficie de los espejos 3 que está expuesta a la radiación solar es sustancialmente superior al área de superficie de las células fotovoltaicas 5 que está expuesta a la radiación solar reflejada.

Las células fotovoltaicas 5 convierten la radiación solar reflejada en energía eléctrica de CC.

El receptor 7 comprende un circuito eléctrico (que no se muestra) para la salida de la energía eléctrica de las células fotovoltaicas.

Los espejos 3 están montados a un marco 9. Dichos espejos y dicho marco definen un reflector cóncavo.

Una serie de brazos 11 se extienden desde el marco 9 hasta el receptor 7 y disponen el receptor tal como se muestra en la Figura 1.

El sistema comprende asimismo:

- (a) un conjunto de soporte 13 que soporta el reflector cóncavo y el receptor con respecto a una superficie del suelo y para el movimiento de seguimiento del Sol; y

ES 2 324 414 T3

- (b) un sistema de seguimiento (que no se muestra) que mueve el reflector cóncavo y el receptor según sea necesario para el seguimiento del sol.

El receptor 7 comprende asimismo un circuito refrigerante. Dicho circuito refrigerante enfría las células fotovoltaicas 5 del receptor 7 con un refrigerante, preferentemente agua, con el fin de minimizar la temperatura de funcionamiento y de maximizar el rendimiento (comprendiendo la vida de funcionamiento) de las células fotovoltaicas 5.

El receptor 7 se construye de forma expresa para que incluya el circuito refrigerante.

Las Figuras 2 y 3 ilustran componentes del receptor que son importantes para el circuito de refrigeración. Se podrá observar que una pluralidad de otros componentes del receptor 7, como los componentes que forman el circuito eléctrico de dicho receptor 7, no se comprenden en las figuras en aras de la claridad.

Haciendo referencia a las Figuras 2 y 3, el receptor 7 comprende una estructura generalmente en forma de caja definida por un conjunto de postes huecos 15.

El receptor 7 comprende asimismo un modificador de fluido solar, generalmente designado por la referencia numérica 19, que se extiende desde una pared inferior 99 (tal como se puede apreciar en la Figura 3) de la estructura en forma de caja. El modificador de fluido solar 19 comprende cuatro paneles 21 que se extienden desde la pared inferior 99 y convergen entre sí. Dicho modificador de fluido solar 19 comprende asimismo unos espejos 91 montados en los laterales encarados hacia el interior de los paneles 21.

El receptor 7 comprende asimismo una disposición de 1.536 células fotovoltaicas 5 rectangulares empaquetadas muy prietas, que están montadas en módulos 23 de 64 cuadrados. La disposición de las células 5 se puede apreciar mejor en la Figura 2. El término “empaquetadas muy prietas” significa que el área de superficie expuesta de células fotovoltaicas 5 alcanza por lo menos el 98% del área de superficie expuesta total de la disposición. Cada uno de los módulos comprende 24 células fotovoltaicas 5. Las células fotovoltaicas 5 están montadas en cada uno de los módulos 23, de manera que la superficie expuesta de la disposición de células resulta una superficie continua. Se observa que el conjunto de extracción de calor 71 descrito anteriormente permite proporcionar un receptor con dicho empaquetado prieto de células fotovoltaicas 5 hasta el 100%.

Los módulos 23 están montados en la pared inferior 99 de la estructura en forma de caja del receptor 7, de manera que la superficie expuesta de la disposición combinada de células fotovoltaicas 5 es un plano continuo.

Tal como se describe con mayor detalle a continuación, cada uno de los módulos 23 comprende un paso de flujo refrigerante. El paso de flujo refrigerante es una parte integrada de cada módulo 23. Dicho paso de flujo refrigerante permite que el refrigerante esté en contacto térmico con las células fotovoltaicas 5 y la extracción de calor de las células 5, de manera que las caras frontales de dichas células 5 se mantengan a una temperatura que no sea superior a 80°C, preferentemente inferior a 60°C, con mayor preferencia inferior a 40°C.

Tal como se ha indicado anteriormente, en los ensayos de funcionamiento específicos, el solicitante ha descubierto que el módulo de célula descrito anteriormente se podría hacer funcionar de manera que mantenga una diferencia de temperatura de 20,5°C entre la temperatura del refrigerante de entrada y las caras frontales de las células fotovoltaicas y que bajo dichas condiciones de funcionamiento se extrajeron 30 W de calor por cm² de área de superficie expuesta de célula del módulo de célula descrito anteriormente, el módulo generó 8,1 W de electricidad por cm² de área de superficie expuesta, y reflejó 6 W de calor por cm² de área de superficie expuesta de la célula como radiación infrarroja. El paso de flujo refrigerante del módulo 23 forma parte del circuito refrigerante. En total, incidieron en la célula y se procesaron un total de 44,1 W de energía (en las formas de calor, electricidad, y radiación infrarroja) por cm² de área de superficie expuesta de célula. Normalmente, una densidad de energía de este nivel produciría temperaturas de por lo menos 600°C y a estas temperaturas se destruiría la célula.

El circuito refrigerante comprende asimismo los postes huecos 15 descritos anteriormente.

Además, el circuito refrigerante comprende una serie de canales refrigerantes paralelos 17 que forman parte de la pared inferior 99 de la estructura en forma de caja. Los extremos de los canales 17 están conectados al par de postes horizontales inferiores opuestos 15 que se muestran respectivamente en la Figura 3. Los postes inferiores 15 definen un colector aguas arriba que distribuye el refrigerante a los canales 17 y un colector aguas abajo que recoge el refrigerante de los canales 17. Los módulos 23 están montados a la superficie inferior de los canales 17 y se encuentran en comunicación fluida con los canales, de manera que el refrigerante fluya a través de los canales 17 en y a través de los pasos de flujo de refrigerante de los módulos 23 y retorne a dichos canales 17 y, así, enfríe las células fotovoltaicas 5.

El circuito de refrigerante comprende asimismo una entrada de refrigerante 61 y una salida de refrigerante 63. La entrada 61 y la salida 63 están dispuestas en una pared superior de la estructura en forma de caja. La entrada 61 está conectada al poste horizontal superior 15 adyacente y la salida 63 está conectada al poste horizontal superior 15 adyacente, tal como se muestra en la Figura 3.

En funcionamiento, el refrigerante que se suministra desde una fuente (que no se muestra) fluye a través de la entrada 61 en el poste horizontal superior 15 conectado a la entrada 61 y, a continuación, hacia abajo de los postes

ES 2 324 414 T3

verticales 15 conectados al poste horizontal superior 15. El refrigerante fluye a continuación en el colector inferior aguas arriba 15 y, tal como se ha descrito anteriormente, a lo largo de los canales 17 y los pasos de flujo de refrigerante de los módulos 23 y en el colector inferior aguas abajo 15. A continuación, el refrigerante fluye hacia arriba a través de los postes verticales 15 que están conectados al colector inferior aguas abajo 15 y en el poste horizontal superior 15. Entonces, se descarga el refrigerante del receptor 7 a través de la salida 63.

Las Figuras 4 a 6 ilustran la construcción básica de una forma de realización de cada módulo 23.

Tal como se ha indicado anteriormente, cada uno de los módulos 23 comprende una disposición de 24 células fotovoltaicas 5 empaquetadas de manera prieta.

Cada módulo 23 comprende un sustrato, generalmente designado por la referencia numérica 27, en el que se montan las células 5. El sustrato comprende una capa central (que no se muestra) de material cerámico y unas capas metalizadas exteriores (que no se muestran) en las caras opuestas de la capa de material cerámico.

Cada uno de los módulos 23 comprende también una cubierta de vidrio 37 que se monta en la superficie expuesta de la disposición de células fotovoltaicas 5. Dicha cubierta de vidrio 37 puede realizarse para optimizar la transmisión de las longitudes de onda de radiación solar útiles y minimizar la transmisión de las longitudes de onda de radiación solar no deseadas.

Cada módulo 23 comprende asimismo un conjunto 71 para facilitar la extracción de calor de las células fotovoltaicas 5. El conjunto 71 está formado a partir de un material de conductividad térmica elevada. Un material preferido es el cobre.

El conjunto 71 está dispuesto en su totalidad detrás y, por lo tanto, presenta un área de sección transversal menor que las superficies expuestas de las células fotovoltaicas 5.

El conjunto 71 comprende una carcasa 79 y un elemento refrigerante 35 dispuesto en dicha carcasa.

La carcasa 79 comprende una base 85 y unas paredes laterales 87 se extienden desde dicha base. El sustrato 27 está montado en la carcasa 79, donde la base 85, las paredes laterales 87 y el sustrato 27 definen una cámara de refrigeración.

La carcasa 79 comprende asimismo una entrada 91 para suministrar un refrigerante, tal como el agua, en la cámara de refrigerante y una salida 93 para descargar dicho refrigerante de la cámara. La entrada 91 presenta la forma de un orificio circular dispuesto en la base 85 en una esquina de la carcasa 79. La salida 93 presenta la forma de un orificio circular dispuesto en la base 85 en una esquina opuesta diametralmente de la carcasa 79.

El elemento refrigerante 35 presenta una forma que sustancialmente ocupa el volumen de la cámara refrigerante. La superficie superior 75 del elemento superior está formada como una superficie plana y contacta con el sustrato 27.

El elemento refrigerante 35 comprende una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas de un material con una elevada conductividad térmica que están sinterizados y, así, conectados térmicamente entre sí, y que forman una masa porosa que presenta un volumen y un área de superficie grandes para la transferencia de calor. Las perlas, vástagos, barras o bolas forman una cantidad sustancial de pasos de transferencia de calor que se extienden a través del elemento refrigerante 35. La masa de perlas, vástagos, barras o bolas es una masa porosa más que una masa sólida y existen espacios entre las perlas, vástagos, barras o bolas sinterizados. Dichos espacios definen una cantidad sustancial, típicamente por lo menos 1.000, de pasos de flujo refrigerante continuos que se extienden a través del elemento refrigerante 35. En términos generales, el elemento refrigerante 35 presenta la forma de un laberinto definido por las perlas, vástagos, barras o bolas sinterizados y por los pasos de flujo refrigerante en los espacios entre las perlas, vástagos, barras o bolas sinterizados.

La disposición anterior es tal que, en funcionamiento, el refrigerante suministrado a presión a la cámara de refrigerante a través de la entrada de refrigerante 91 fluye a través de una cantidad sustancial de pasos de flujo refrigerante en el elemento refrigerante 35 y se descarga desde la cámara de refrigerante a través de la salida de refrigerante 93. La disposición es tal, que la cantidad sustancial de pasos de transferencia de calor aleja el calor de las caras frontales de las células 5 y el calor conducido a través de los pasos se transfiere al refrigerante que fluye a través de la cantidad sustancial de pasos de flujo refrigerante.

En cualquier situación que se dé, factores tales como la forma y el tamaño de las perlas, vástagos, barras o bolas, la densidad de empaquetado de dichas perlas, vástagos, barras o bolas, el volumen ocupado por dichas perlas, vástagos, barras o bolas, las características de transferencia de calor de los pasos de transferencia de calor formados por las perlas, vástagos, barras o bolas sinterizados, así como el caudal de fluido volumétrico de refrigerante a través de los pasos de flujo refrigerante se seleccionan teniendo en cuenta la consecución de un ritmo objetivo de extracción de calor del módulo 23.

Las paredes finales opuestas 95 del elemento refrigerante 35 que se encuentran en las zonas de la entrada de refrigerante 91 y de la salida de refrigerante 93 están inclinadas hacia abajo, de manera que las paredes finales 95, la

ES 2 324 414 T3

base 85 y las paredes laterales 87 definen unos colectores de entrada y salida 45 que se encuentran en comunicación fluida con la entrada y la salida de refrigerante y se extienden a lo largo de las paredes laterales 87 y, así, pueden suministrar y recibir refrigerante de la totalidad de las paredes laterales 95 del elemento refrigerante 35.

5 Cada uno de los módulos 23 comprende asimismo unas conexiones eléctricas (que no se muestran) que forman parte del circuito eléctrico del receptor 7 y que conectan de forma eléctrica las células fotovoltaicas 5 al circuito eléctrico. Dichas conexiones eléctricas están dispuestas para extenderse desde la capa metalizada exterior del sustrato 27 y a través de uno de los dos manguitos huecos 83 que se extienden desde la base 85 de la carcasa 79.

10 A partir de lo expuesto anteriormente, resulta evidente que la entrada de refrigerante 91, los colectores de refrigerante 45, los pasos de refrigerante en el elemento refrigerante 35, así como la salida de refrigerante 93 definen un paso de flujo de refrigerante de cada módulo 23.

15 Tal como se ha indicado anteriormente, la construcción del elemento refrigerante 35 hace que se puedan alcanzar niveles elevados de transferencia de calor que resultan necesarios para mantener las células fotovoltaicas 5 a temperaturas inferiores a 60°C y que se pueda acomodar la expansión térmica sustancialmente diferente del elemento refrigerante 35 y el sustrato 27 que, de otro modo, provocaría un fallo estructural de los módulos 23.

20 La forma de realización del módulo 23 que se muestra en las Figuras 7 y 8 es la construcción básica que se muestra en las Figuras 4 a 6 y se utilizan las mismas referencias numéricas para describir las mismas piezas.

25 Además, el módulo 23 comprende 2 resaltes 101 que se extienden desde la base 85 hacia el interior de los colectores de entrada y salida 45 y paralelos a los mismos. Dichos resaltes 101 forman una barrera u obstáculo para el flujo de refrigerante desde y hacia los colectores de entrada y salida 45. En términos generales, los resaltes 101 mejoran la distribución de refrigerante a través de la cámara de refrigerante y, así, minimizan las variaciones de temperatura dentro de dicha cámara e incrementan la conductancia térmica general del conjunto de extracción de calor 71. Más específicamente, se fuerza al refrigerante a fluir sobre el resalte de entrada 101 con el fin de que fluya a través de los pasos inferiores de flujo refrigerante en el elemento de flujo refrigerante 25 y, a continuación, sobre el resalte de salida 101, con el fin de fluir desde los pasos inferiores de flujo refrigerante en el colector de salida 45. Como consecuencia, 30 dichos resaltes 101 incrementan la longitud del paso del refrigerante a través de los pasos de flujo refrigerante inferiores en comparación con la longitud del paso de refrigerante a través de los pasos de flujo refrigerante superiores. Los resaltes 101 promueven un mayor flujo de refrigerante a través de los pasos de flujo superiores, y esto representa una ventaja en términos de optimización de la transferencia de calor del elemento refrigerante 25.

35 La forma de realización del módulo 23 que se muestra en la Figura 9 es la construcción básica que se muestra en las Figuras 7 y 8, y se utilizan las mismas referencias numéricas para describir las mismas piezas. La diferencia principal entre las formas de realización es que la entrada 91 y la salida 93 presentan la forma de ranuras en lugar de aberturas circulares. Se ha observado que el uso de ranuras resulta beneficioso en determinadas circunstancias en términos de mejora de la distribución de refrigerante a través de la cámara de refrigerante.

40 Los módulos 23 que se muestran en las figuras se pueden fabricar según una pluralidad de opciones.

45 Una opción comprende la formación por separado del elemento refrigerante 35, a continuación, se dispone el elemento refrigerante en la carcasa 79 y, a continuación, se dispone el sustrato 27 en la carcasa/elemento de refrigeración. En esta opción, el elemento refrigerante se puede formar mediante la formación en un módulo adecuado e incluir la sinterización de la masa de perlas, vástagos, barras, bolas de elevada conductividad térmica conjuntamente. Además, en esta opción, el sustrato 27 se puede soldar en los bordes expuestos de las paredes laterales 87 de la carcasa 79 y la cara frontal exterior del elemento refrigerante 35.

50 Otra opción comprende la disposición de una masa de perlas, vástagos, barras, bolas de elevada conductividad térmica directamente en la carcasa 79 y la sinterización del material *in situ* en la carcasa y, a continuación, la sinterización del sustrato 27 en el conjunto de la carcasa 79 y el elemento refrigerante 35.

55 Se pueden llevar a cabo una pluralidad de modificaciones en la forma de realización preferida descrita anteriormente, sin apartarse por ello del espíritu y el alcance de la presente invención.

60 A título de ejemplo, aunque la forma de realización preferida comprende 1.536 células fotovoltaicas 5 montadas en 64 módulos 23 con 24 células por módulo, la presente invención no está limitada a dicha forma de realización, y abarca cualquier cantidad y tamaños adecuados de células fotovoltaicas y módulos.

A título de ejemplo adicional, aunque las células fotovoltaicas estén montadas de manera que la superficie expuesta de la disposición de células sea una superficie plana, la presente invención no está limitada a ello y abarca cualquier superficie que presente una forma adecuada, como superficies curvadas o escalonadas.

65 A título de ejemplo adicional, aunque la forma de realización preferida incluya el circuito refrigerante receptor que forma parte del marco de soporte del receptor, la presente invención no está limitada a ello y se extiende a las disposiciones en las que el circuito refrigerante no forme parte del marco estructural del receptor.

ES 2 324 414 T3

A título de ejemplo adicional, aunque la forma de realización preferida incluya un reflector cóncavo en la forma de una disposición de disposiciones parabólicas de espejos 3, la presente invención no está limitada a ello y se extiende a cualquier medio adecuado para concentrar la radiación solar en un receptor. Uno de dichos medios adecuados es una serie de heliostatos dispuestos para enfocar la radiación solar en un receptor.

5

A título de ejemplo adicional, aunque la forma de realización preferida del receptor esté construida a partir de componentes extruidos, la presente invención no está limitada a ello y el receptor se puede realizar con cualquier medio adecuado.

10

A título de ejemplo adicional, aunque la forma de realización preferida del elemento refrigerante 35 incluya una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas de un material con una conductividad elevada sinterizados y, así, en contacto térmico, la presente invención no está limitada a ello y dichas perlas, vástagos, barras o bolas pueden estar conectados conjuntamente de forma térmica de cualquier modo conocido. Otras opciones comprenden la soldadura ultrasónica, la soldadura por resistencia y el procesado por plasma.

15

A título de ejemplo adicional, aunque la forma de realización preferida se describe en el contexto de la extracción de calor de una disposición de células fotovoltaicas contactadas por la radiación solar concentrada, la presente invención no está limitada a ello y se extiende a la extracción de calor derivada de cualquier fuente de radiación intensa.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 324 414 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Módulo de célula fotovoltaica (23) para un receptor (7) de un sistema de generación de energía eléctrica basado en la radiación solar, comprendiendo dicho módulo:

- (a) una o más células fotovoltaicas (5) que presentan una superficie expuesta a la radiación solar,
- (b) una conexión eléctrica para transferir la salida de energía eléctrica de la célula o células fotovoltaicas hasta un circuito de salida, y
- (c) un conjunto (71) que define un paso de flujo para el flujo de refrigerante para la extracción de calor de la célula o células fotovoltaicas,

15 **caracterizado** porque el conjunto (71) comprende:

- (i) una carcasa (79) dispuesta detrás y en contacto térmico con la superficie expuesta de la célula o células fotovoltaicas, comprendiendo dicha carcasa una base (85) y unas paredes laterales que se extienden desde la base, definiendo dichas paredes laterales y dicha célula o células fotovoltaicas con dicha base una cámara de refrigerante, y comprendiendo la carcasa una entrada (91) para suministrar un refrigerante en la cámara y una salida (93) para descargar el refrigerante de dicha cámara; y
- (ii) un elemento refrigerante (35) dispuesto en la cámara refrigerante en relación de transferencia de calor, con la célula o células fotovoltaicas, comprendiendo el elemento refrigerante una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas (95) de material de una conductividad térmica elevada que se encuentran en contacto térmico y presentan una gran área de superficie para la transferencia de calor y definen un laberinto tridimensional que puede conducir el calor a su través alejándolo de la célula o células fotovoltaicas (5) mediante la cantidad sustancial de pasos de transferencia de calor formados por las perlas, vástagos, barras o bolas (95) conectados de forma térmica y prevé una cantidad sustancial de pasos de flujo refrigerante para un refrigerante que, en funcionamiento del módulo, se suministra a la cámara de refrigerante a través de la entrada (91) y fluye a través del elemento refrigerante (35) y se descarga desde la cámara de refrigerante a través de la salida (93).

35 2. Módulo de célula según la reivindicación 1, en el que el conjunto de extracción de calor (71) está dispuesto en su totalidad detrás y no se extiende lateralmente más allá del área de superficie expuesta de la célula o células fotovoltaicas (5).

40 3. Módulo de célula según la reivindicación 1 ó 2, en el que el área de superficie para la transferencia de calor prevista por las perlas, vástagos, barras o bolas (95) de material de una conductividad térmica elevada es por lo menos 5 veces el área de superficie de la superficie frontal de la masa de perlas, vástagos, barras o bolas de material de una conductividad térmica elevada que se encuentran en contacto directo con el sustrato (27).

45 4. Módulo de célula según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento refrigerante (35) ocupa por lo menos sustancialmente el volumen de la cámara de refrigerante.

50 5. Módulo de célula según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la entrada de refrigerante (91) está dispuesta en una pared lateral (87) de la carcasa (79) o en la base (85) de la carcasa en la zona de dicha pared lateral y la salida de refrigerante (93) está dispuesta en una pared lateral opuesta (87) o en la base (85) en la zona de dicha pared lateral.

55 6. Módulo de célula según la reivindicación 5, en el que el elemento refrigerante (35) presenta una forma, de manera que la cámara de refrigerante comprende un colector (45) en comunicación fluida con la entrada de refrigerante (91), que se extiende a lo largo de la pared lateral de entrada (87) y un colector (45) en comunicación fluida con la salida de refrigerante (93) que se extiende a lo largo de la pared lateral de salida (87).

60 7. Módulo de célula según la reivindicación 5 ó 6, en el que la carcasa (79) comprende un obstáculo (101) que se extiende hacia arriba desde la base (85) hacia la parte interior de la pared lateral de entrada (87) y que define una barrera para el flujo de refrigerante a través de la cámara de refrigerante desde la entrada de refrigerante (91).

8. Módulo de célula según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la carcasa (79) comprende un obstáculo (101) que se extiende hacia arriba desde la base (85) hacia la parte interior de la pared lateral de salida (87) y que define una barrera para el flujo de refrigerante desde la cámara de refrigerante hacia la salida de refrigerante (93).

65 9. Módulo de célula según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las perlas, vástagos, barras o bolas (95) de material con una elevada conductividad térmica presentan una dimensión principal de 0,8-2,0 mm.

ES 2 324 414 T3

10. Módulo de célula según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las perlas, vástagos, barras o bolas (95) de material con una elevada conductividad térmica presentan una dimensión principal de 0,8-1,4 mm.

5 11. Módulo de célula según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la densidad de empaquetado de las perlas, vástagos, barras o bolas (95) de material con una elevada conductividad térmica desciende a medida que se aleja del sustrato (27).

10 12. Módulo de célula según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los pasos de flujo de refrigerante ocupan entre el 20 y el 30% del volumen del elemento refrigerante.

13. Módulo de célula según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un sustrato (27) en el que están montadas la célula o células fotovoltaicas (5) y al que se monta la carcasa (79).

15 14. Módulo de célula según la reivindicación 13, en el que el sustrato (27) está formado o comprende una o más de una capa de un material que es un aislante eléctrico.

15. Módulo de célula según la reivindicación 13 ó 14, en el que el sustrato (27) está formado a partir de un material que presenta una elevada conductividad térmica.

20 16. Módulo de célula según la reivindicación 14, en el que el sustrato (27) comprende una capa metalizada interpuesta entre la célula o células fotovoltaicas y la capa o capas aislantes eléctricas.

25 17. Módulo de células según la reivindicación 14 ó 16, en el que el sustrato (27) comprende una capa metalizada interpuesta entre la capa o capas aislantes eléctricas y el elemento refrigerante.

18. Método de fabricación del módulo de célula fotovoltaica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:

30 (a) conformar el elemento refrigerante (35) suministrando una masa predeterminada de una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas (95) de material con una conductividad térmica elevada en un molde de una forma predeterminada y, a continuación, calentando dichas perlas, vástagos, barras o bolas de un material con una conductividad térmica elevada y sinterizando las perlas, vástagos, barras o bolas conjuntamente para formar el elemento refrigerante;

35 (b) disponer el elemento refrigerante (35) en la carcasa (79); y

(c) montar la célula o células fotovoltaicas (5) en la carcasa (79).

40 19. Método de fabricación del módulo de célula fotovoltaica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, que comprende:

45 (a) conformar el elemento refrigerante (35) suministrando una masa predeterminada de una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas (95) de material con una conductividad térmica elevada en la carcasa (79) y, a continuación, calentando dichas perlas, vástagos, barras o bolas de un material con una conductividad térmica elevada y sinterizando las perlas, vástagos, barras o bolas conjuntamente para formar el elemento refrigerante en la carcasa; y

50 (b) montar la célula o células fotovoltaicas (5) en la carcasa (79), por ejemplo soldando o sinterizando el sustrato (27) a la carcasa (79).

20. Método según la reivindicación 18 ó 19, que comprende el pulido de la superficie del elemento refrigerante (35) que forma una superficie de contacto con el sustrato, para incrementar el área de superficie de contacto entre las perlas, vástagos, barras o bolas de material con una conductividad térmica elevada y el sustrato.

55 21. Método de fabricación de un módulo de célula fotovoltaica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, que comprende la formación del elemento refrigerante (35) suministrando una masa predeterminada de una pluralidad de perlas, vástagos, barras o bolas (95) de material con una conductividad térmica elevada en la carcasa (79) y, disponiendo el sustrato (27) en la carcasa y, a continuación, calentando las perlas, vástagos, barras o bolas (95) de material con una elevada conductividad térmica y sinterizando las perlas, vástagos, barras o bolas conjuntamente para formar el elemento refrigerante en la carcasa y uniendo el elemento refrigerante (35) a dicha carcasa (79) y a dicho sustrato (27).

22. Sistema de generación de energía eléctrica a partir de radiación solar, que comprende:

65 (a) un receptor (7) que comprende una pluralidad de células fotovoltaicas (5) para convertir la energía solar en energía eléctrica y un circuito eléctrico para transferir la salida de energía eléctrica de las células fotovoltaicas; y

ES 2 324 414 T3

- (b) unos medios (3) para concentrar la radiación solar en el receptor (7); y estando el sistema **caracterizado** porque dicho receptor (7) comprende una pluralidad de módulos de célula fotovoltaica (23) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, un circuito eléctrico que comprende las células fotovoltaicas (5) de cada módulo (23), y un circuito refrigerante que comprende el conjunto de extracción de calor (71) de cada uno de los módulos (23).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

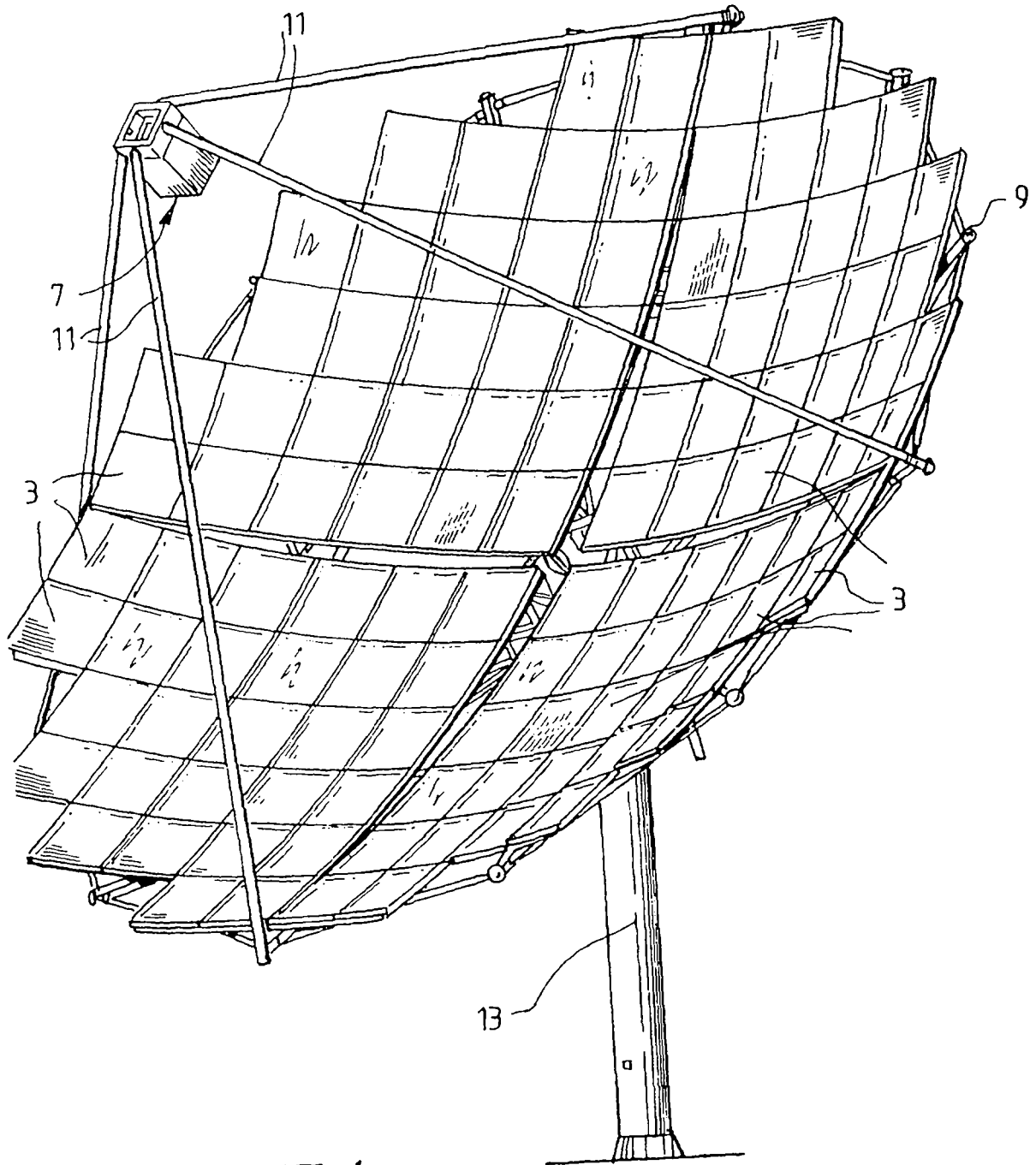


Fig. 1.

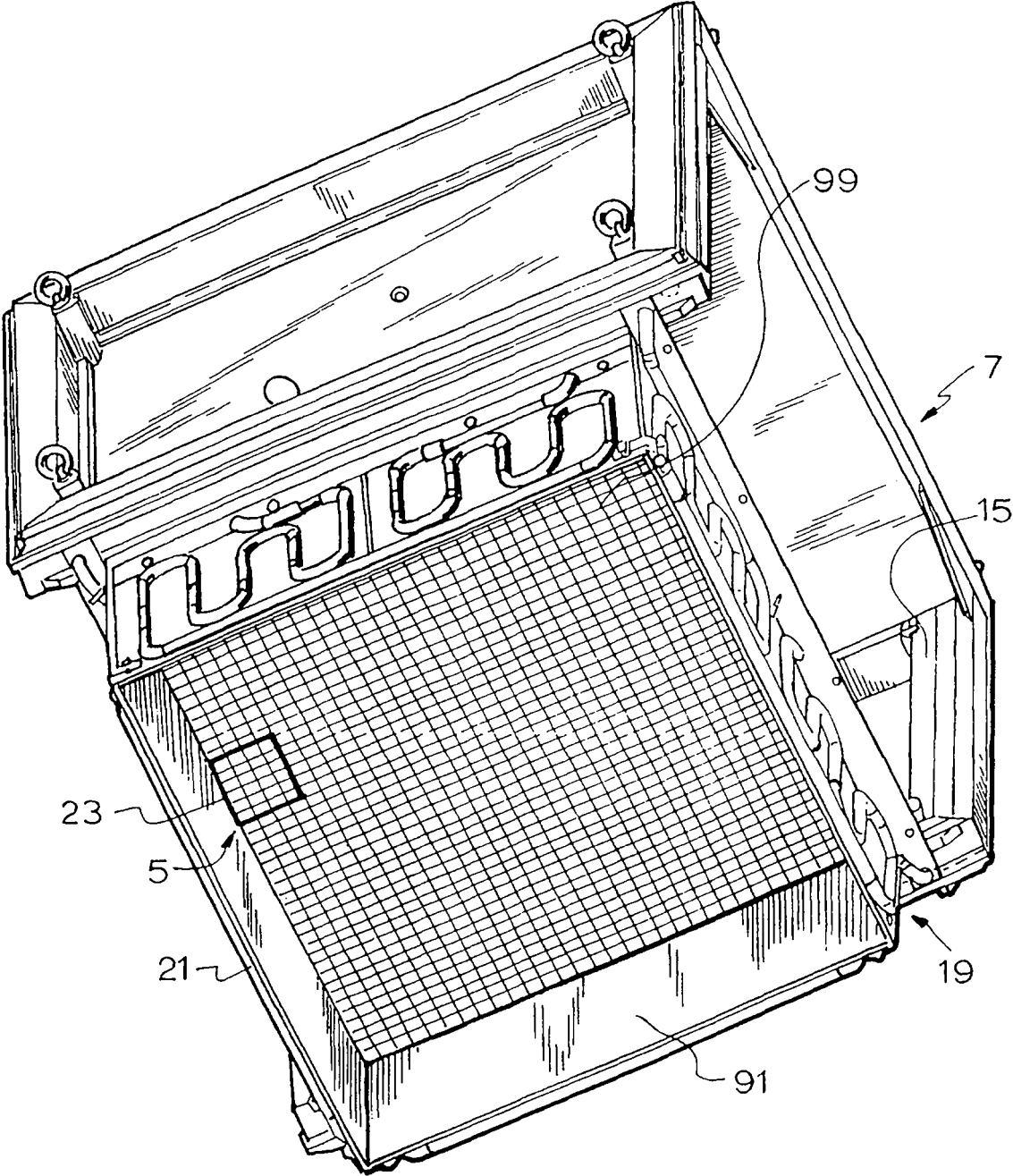


FIG. 2.

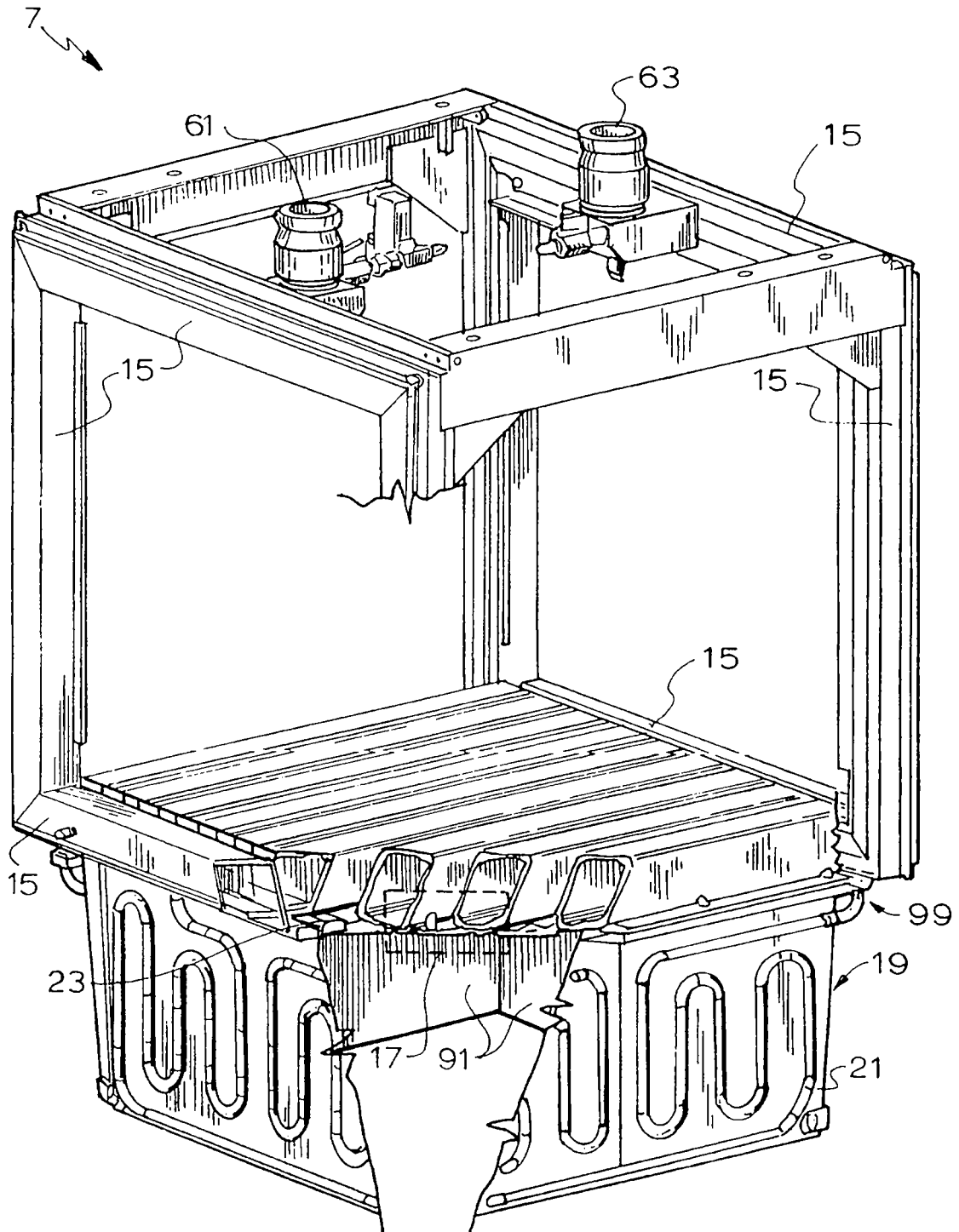
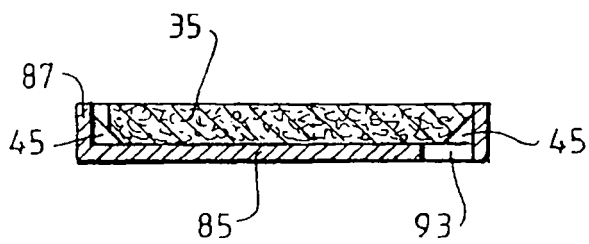
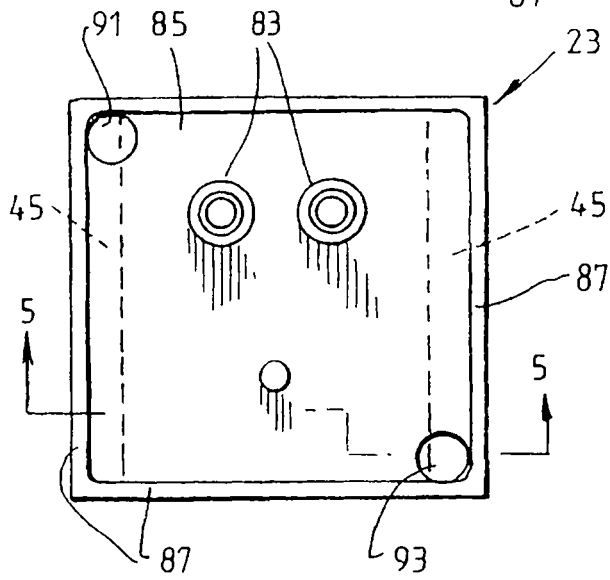
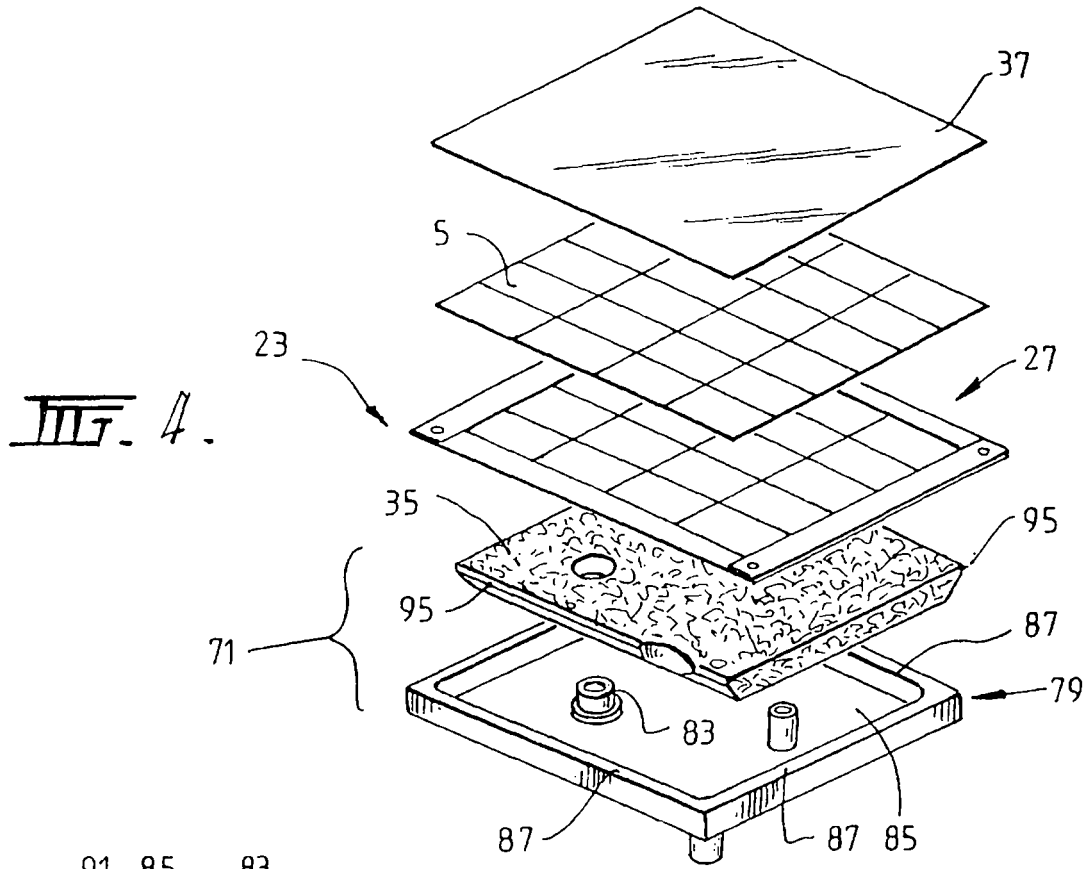


FIG. 3.



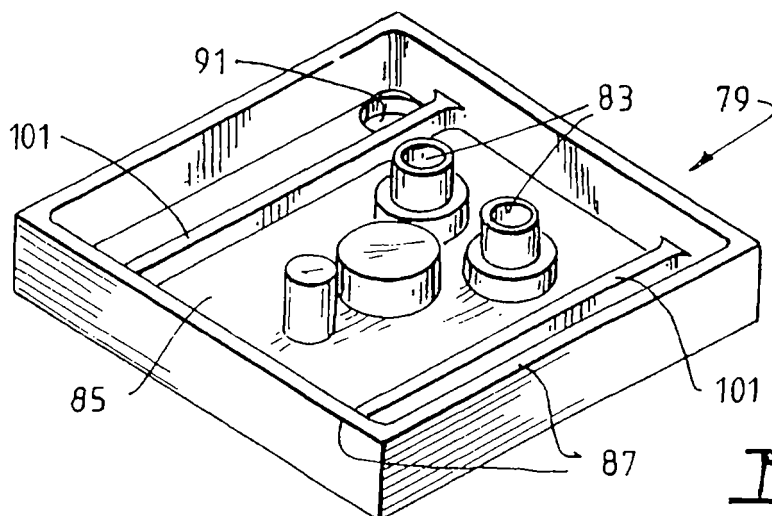


FIG. 7.

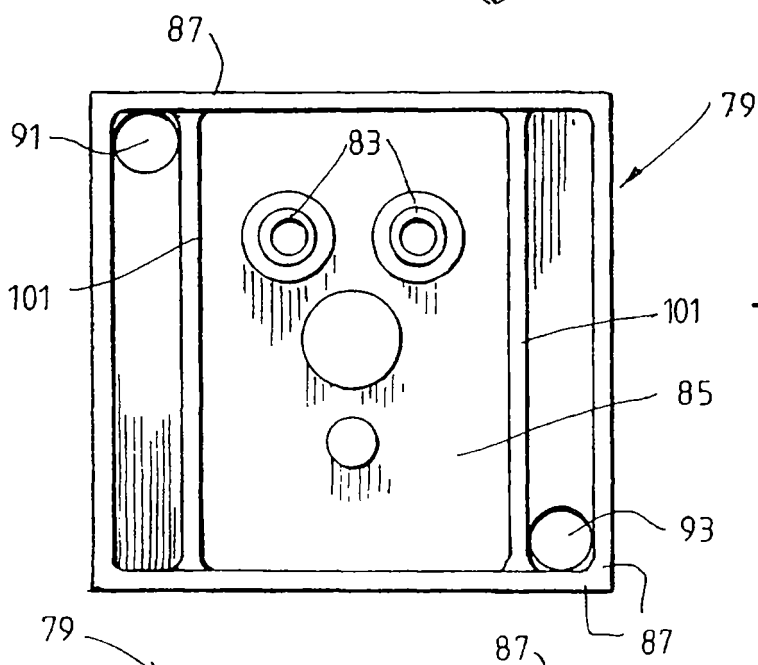


FIG. 8.

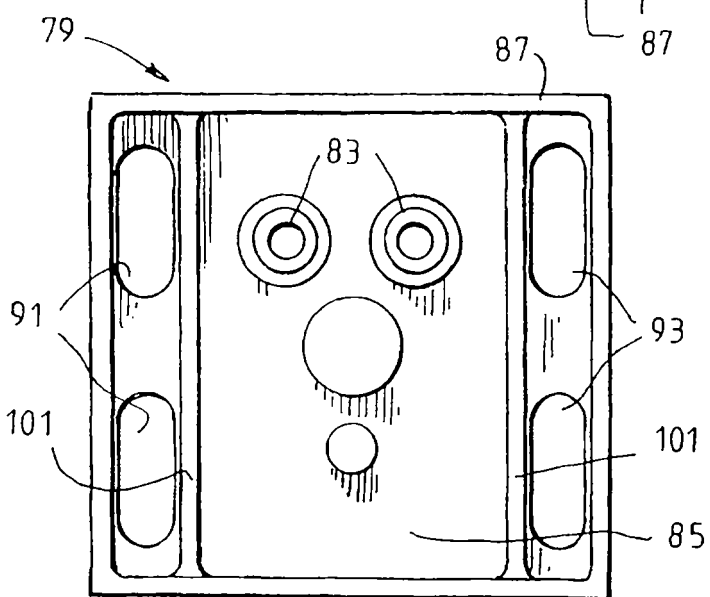


FIG. 9.