

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 804**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042 (2014.01)

H02S 40/42 (2014.01)

H02S 40/36 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2017 E 17169339 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3244456**

54 Título: **Módulo fotovoltaico que comprende células fotovoltaicas dispuestas según orientaciones diferentes e instalación fotovoltaica asociada**

30 Prioridad:

09.05.2016 FR 1654129

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

06.11.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MARTIN, JEAN-LUC;
COLIN, HERVÉ;
GAUME, JULIEN y
MEZZASALMA, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 729 804 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Módulo fotovoltaico que comprende células fotovoltaicas dispuestas según orientaciones diferentes e instalación fotovoltaica asociada

5 **Campo técnico**

La presente invención está relacionada con el campo de la generación de electricidad por medio de unos módulos fotovoltaicos, que incluyen un conjunto de células fotovoltaicas unidas entre sí eléctricamente y preferentemente unas células fotovoltaicas denominadas "cristalinas", es decir, que son a base de silicio monocristalino o multicristalino. Se refiere, igualmente, al enfriamiento de unos módulos fotovoltaicos de este tipo.

15 La invención se puede implementar para unas numerosas aplicaciones, con o sin enfriamiento, estando particularmente relacionada con su implementación a lo largo de canales aéreos de circulación de agua, en concreto, unos canales de irrigación, en particular, presentes en unas zonas de fuerte potencial solar. También se puede aplicar para unos edificios tales como unas viviendas o locales industriales (terciarios, comerciales, ...), incluso para el diseño de mobiliario urbano, por ejemplo, para unas marquesinas de autobús, unas vidrieras, unos fines estéticos, entre otros.

20 La invención propone, de este modo, un módulo fotovoltaico que comprende unos grupos de células fotovoltaicas dispuestas según unas orientaciones diferentes para capturar unos flujos luminosos que provienen de direcciones diferentes, así como una instalación fotovoltaica que incluye un módulo de este tipo.

Estado de la técnica anterior

25 Un módulo fotovoltaico es un ensamblaje de células fotovoltaicas dispuestas una al lado de la otra entre una primera capa transparente que forma una cara delantera del módulo fotovoltaico y una segunda capa que forma una cara trasera del módulo fotovoltaico.

30 La primera capa que forma la cara delantera del módulo fotovoltaico es ventajosamente transparente para permitir que las células fotovoltaicas reciban un flujo luminoso. Está hecha tradicionalmente en una sola placa de vidrio delgado, que presenta un espesor típicamente comprendido entre 2 y 4 mm, convencionalmente del orden de 3 mm, incluso también hecha de un material polímero, por ejemplo, del tipo polifluoruro de vinilideno (PVDF), etileno tetrafluoroetileno (ETFE), policarbonato (PC) o polimetacrilato de metilo (PMMA).

35 La segunda capa que forma la cara trasera del módulo fotovoltaico puede estar hecha, por su parte, a base de vidrio, de metal o de plástico, entre otros. A menudo, está formada por una estructura polimérica a base de un polímero aislante eléctrico, por ejemplo, del tipo politereftalato de etileno (PET) o poliamida (PA), que puede estar protegida por una o unas capas a base de polímeros fluorados, como el polifluoruro de vinilo (PVF) o el polifluoruro de vinilideno (PVDF) y que tiene un espesor del orden de 400 µm.

40 Las células fotovoltaicas pueden estar unidas eléctricamente entre sí por unos elementos de contacto eléctrico delantero y trasero, llamados conductores de unión y formados, por ejemplo, por unas tiras de cobre estañado, respectivamente dispuestas contra las caras delantera (caras que se encuentran en frente de la cara delantera del módulo fotovoltaico destinada a recibir un flujo luminoso) y trasera (caras que se encuentran en frente de la cara trasera del módulo fotovoltaico) de cada una de las células fotovoltaicas.

45 Por otra parte, las células fotovoltaicas, situadas entre las primera y segunda capas que forman respectivamente las caras delantera y trasera del módulo fotovoltaico, pueden encapsularse. De forma convencional, el encapsulante elegido corresponde a un polímero del tipo elastómero (o caucho) y puede consistir, por ejemplo, en la utilización de dos capas (o películas) de poli(etileno-acetato de vinilo) (EVA) entre las que están dispuestas las células fotovoltaicas y los conductores de unión de las células. Cada capa de encapsulante puede presentar un espesor de al menos 0,2 mm y un módulo de Young típicamente comprendido entre 2 y 400 MPa a temperatura ambiente.

50 De este modo, se ha representado de manera parcial y esquemática, respectivamente en corte en la figura 1 y en vista en despiece en la figura 2, un ejemplo convencional de módulo fotovoltaico 1 que incluye unas células fotovoltaicas 4 cristalinas.

55 Como se ha descrito anteriormente, el módulo fotovoltaico 1 incluye una cara delantera 2, generalmente hecha de vidrio templado transparente de espesor de aproximadamente 3 mm y una cara trasera 5, por ejemplo, constituida por una lámina de polímero, opaca o transparente, monocapa o multicapa, que tiene un módulo de Young superior a 400 MPa a temperatura ambiente.

60 Entre las caras delantera 2 y trasera 5 del módulo fotovoltaico 1 se sitúan las células fotovoltaicas 4, unidas eléctricamente entre sí por unos conductores de unión 6 y sumergidas entre dos capas delantera 3a y trasera 3b de material de encapsulación que forman ambas dos un conjunto encapsulante 3.

Por otra parte, las figuras 1 y 2 representan, igualmente, la caja de confluencia 7 del módulo fotovoltaico 1, destinada a recibir el cableado necesario para la explotación del módulo. Convencionalmente, esta caja de confluencia 7 está hecha de plástico o de caucho y presenta una estanquidad completa.

- 5 De forma habitual, el procedimiento de realización del módulo fotovoltaico 1 incluye una etapa denominada de laminación al vacío de las diferentes capas descritas anteriormente, a una temperatura superior o igual a 120 °C, incluso 140 °C, incluso también 150 °C e inferior o igual a 170 °C, típicamente comprendida entre 145 y 160 °C y durante una duración del ciclo de laminación de al menos 10 minutos, incluso 15 minutos.
- 10 Durante esta etapa de laminación, las capas de material de encapsulación 3a y 3b se funden y llegan a englobar las células fotovoltaicas 4, al mismo tiempo que se crea la adherencia en todas las interfaces entre las capas, a saber, entre la cara delantera 2 y la capa delantera de material de encapsulación 3a, la capa de material de encapsulación 3a y las caras delantera 4a de las células fotovoltaicas 4, las caras trasera 4b de las células fotovoltaicas 4 y la capa trasera de material de encapsulación 3b y la capa trasera de material de encapsulación 3b y la cara trasera 5 del módulo fotovoltaico 1. El módulo fotovoltaico 1 obtenido se enmarca, a continuación, típicamente por medio de un perfil de aluminio.

Una estructura de este tipo se ha convertido en este momento en un estándar con un peso de superficie del orden de 12 kg/m². Unos numerosos fabricantes proponen unos módulos fotovoltaicos ligeros a base de silicio cristalino, esto es, con un peso por unidad de superficie convencionalmente inferior a 10 kg/m². La disminución o la supresión del vidrio en cara delantera permiten reducir considerablemente el peso del módulo fotovoltaico y las propiedades mecánicas de la cara trasera se pueden reforzar por la elección de materiales adaptados.

20 Con todo, estos módulos presentan muy a menudo unas dimensiones máximas escasas, que generalmente no exceden 2 m², con una longitud posible muy inferior a 3 m, lo que las hace a veces no adaptables para algunas aplicaciones para las que se requiere una gran superficie.

30 Por otra parte, algunas de estas soluciones conocidas no son suficientes en términos de resistencia a la carga. De hecho, la versatilidad demasiado grande de algunos módulos, con un posicionamiento de células fotovoltaicas no optimizado, provoca unas grietas sobre estas últimas que pueden afectar negativamente el buen funcionamiento de los módulos a largo plazo.

35 Además, estas soluciones pueden ser insuficientes en términos de integración. De hecho, la mayor parte de los módulos fotovoltaicos no posee unos medios de fijación integrados, lo que obliga, entonces, a pegar y/o a perforar estos módulos con el riesgo de dañarlos o bien también a procurarse unos sistemas de fijación suplementarios.

40 La fiabilidad de algunos de los módulos fotovoltaicos conocidos puede resultar, igualmente, insuficiente. De hecho, se han realizado pocos estudios de fiabilidad sobre los módulos fotovoltaicos ligeros, en particular, sobre los que no tienen vidrio en cara delantera, de modo que existen unas incertidumbres en términos de certificaciones.

45 Por otra parte, de forma general, el rendimiento de una instalación fotovoltaica en términos de producción eléctrica se ve afectado por temperatura del o de los módulos fotovoltaicos. Cuanto más caliente está el módulo fotovoltaico, más disminuye su rendimiento. El coeficiente de dependencia de la producción eléctrica del módulo fotovoltaico (a base de silicio monocristalino o multicristalino) en función de su temperatura forma parte de las características estándar proporcionadas por un fabricante. Este coeficiente es del orden de -0,4 %/ °C a -0,5 %/ °C.

temperatura forma parte de las características estándar proporcionadas por un fabricante. Este coeficiente es del orden de -0,4 %/ °C a -0,5 %/ °C.

50 Cuando está sometido a un flujo solar incidente, un módulo fotovoltaico genera electricidad. Sin embargo, solo una primera parte, del orden de un 15 a un 20 %, del flujo solar incidente sirve para la generación de electricidad. Una segunda parte del flujo solar incidente es reflejada y una tercera parte es absorbida por el módulo fotovoltaico. Esta tercera parte se disipa térmicamente provocando una subida de temperatura del módulo fotovoltaico y, por lo tanto, una degradación de su rendimiento y un envejecimiento acelerado.

55 También, la temperatura final del módulo fotovoltaico depende de esta tercera parte absorbida del flujo solar incidente, no convertida en electricidad, así como de la capacidad del módulo fotovoltaico para evacuar este calor por convección, por conducción e intercambio radiante.

60 Unas soluciones de enfriamiento de módulos fotovoltaicos ya se han desarrollado en la técnica anterior, que implementa, por ejemplo, una pulverización de agua sobre los módulos fotovoltaicos o una producción simultánea de agua caliente y de electricidad. No obstante, estas soluciones no son del todo satisfactorias, ya que implican unas numerosas restricciones, por ejemplo, la utilización de reservas de almacenamiento de agua consecuentes en relación con un sistema con buena prestación y que consume mucha energía de enfriamiento de esta agua, el manteniendo de una temperatura elevada de los módulos fotovoltaicos cuando se desea una producción de agua caliente en paralelo de la de electricidad, incluso también la aparición de suciedad, por ejemplo, debida a la caliza del agua, en la

superficie de los módulos, perjudicial para su buen funcionamiento, entre otros.

El documento FR 2 957 952 A describe un elemento fotovoltaico realizado por encapsulación directa de células fotovoltaicas debajo de una plaqueta transparente de fuerte curvatura.

5

Descripción de la invención

De este modo, existe una necesidad de diseñar una solución alternativa de módulo fotovoltaico flexible, que permita, en concreto, una producción de energía eléctrica sobre al menos dos direcciones. Este módulo fotovoltaico está asociado ventajosamente a un principio de enfriamiento activo del módulo fotovoltaico, así como a un concepto de soporte innovador del módulo fotovoltaico.

10

En particular, la invención tiene como propósito, en concreto, proponer una estrategia de enfriamiento adaptada al principio de lo fotovoltaico. Busca, por ejemplo, enfriar las células fotovoltaicas de forma homogénea térmicamente, con el fin de no crear un desequilibrio térmico en el interior del módulo fotovoltaico y de no generar, de este modo, un mal funcionamiento y un envejecimiento prematuro de la instalación que incluye el módulo.

15

De este modo, la invención tiene como objeto, según uno de sus aspectos, una instalación fotovoltaica tal como se define por el objeto de la reivindicación 1, comprendiendo esta instalación entre otros un módulo fotovoltaico, caracterizado por que incluye:

20

- una primera capa transparente que forma la cara delantera del módulo fotovoltaico, destinada a recibir un flujo luminoso,
- una pluralidad de células fotovoltaicas distribuidas según al menos dos grupos de células fotovoltaicas, espaciados los unos de los otros, incluyendo cada grupo de células fotovoltaicas unas células fotovoltaicas dispuestas una al lado de la otra e interconectadas eléctricamente entre sí, estando dichos al menos dos grupos de células fotovoltaicas del módulo fotovoltaico no unidos eléctricamente entre sí,
- un conjunto que encapsula la pluralidad de células fotovoltaicas,
- una segunda capa que forma la cara trasera del módulo fotovoltaico, estando el conjunto encapsulante y la pluralidad de células fotovoltaicas situados entre las primera y segunda capas,

25

30

estando dichos al menos dos grupos de células fotovoltaicas dispuestos dentro del módulo fotovoltaico según al menos dos orientaciones diferentes, de modo que reciban unos flujos luminosos que provienen de al menos dos direcciones diferentes.

35

De esta forma, el módulo fotovoltaico según la invención es adecuado para poder capturar los flujos luminosos según al menos dos direcciones diferentes.

40

El término "transparente" significa que el material de la primera capa que forma la cara delantera del módulo fotovoltaico es al menos parcialmente transparente a la luz visible, dejando pasar al menos aproximadamente un 80 % de esta luz.

45

Además, por el término "encapsulante" o "encapsulado", hay que comprender que la pluralidad de células fotovoltaicas está dispuesta en un volumen, por ejemplo, herméticamente clausurado respecto a los líquidos, al menos en parte formado por al menos dos capas de material de encapsulación, reunidas entre sí después de laminación para formar el conjunto encapsulante.

50

De hecho, inicialmente, es decir, antes de cualquier operación de laminación, el conjunto encapsulante está constituido por al menos dos capas de material de encapsulación, denominadas capas de núcleo, entre las que la pluralidad de células fotovoltaicas está encapsulada. No obstante, durante la operación de laminación de las capas, las capas de material de encapsulación se funden para no formar, después de la operación de laminación, más que una sola capa (o conjunto) solidificada en la que están sumidas las células fotovoltaicas.

55

El módulo fotovoltaico puede, además, incluir una o varias de las siguientes características tomadas aisladamente o según cualesquiera combinaciones técnicas posibles.

La primera capa puede estar hecha ventajosamente de al menos un material polímero y/o un material compuesto y puede presentar un espesor superior o igual a 0,1 mm.

60

La segunda capa puede estar hecha ventajosamente de al menos un material polímero y/o un material compuesto y/o de metal y puede presentar un espesor superior o igual a 0,1 mm.

65

El módulo fotovoltaico puede incluir preferentemente un sistema de enfriamiento, situado al menos parcialmente en el interior del módulo fotovoltaico, que permite la circulación de un fluido de enfriamiento, en concreto, agua, en el interior del módulo fotovoltaico.

El módulo fotovoltaico puede incluir al menos un elemento de sistema de conexión para cada grupo de células

fotovoltaicas, de modo que una eléctricamente cada grupo del módulo fotovoltaico a un grupo correspondiente de células fotovoltaicas de un módulo fotovoltaico adyacente del mismo tipo.

5 Por otra parte, la primera capa y/o la segunda capa pueden estar hechas de al menos un material polímero, por ejemplo, texturizado o no texturizado, en concreto, elegido de entre: el policarbonato (PC), el polimetacrilato de metilo (PMMA), en concreto, PMMA monofásico (no de choque) o PMMA multifásico (de choque), por ejemplo, PMMA de choque nanoestructurado, tal como el comercializado por la compañía Altuglas® con la marca Altuglas® Shield-Up®, el politereftalato de etileno (PET), la poliamida (PA), un polímero fluorado, en concreto, el polifluoruro de vinilo (PVF) o el polifluoruro de vinilideno (PVDF), el etileno tetrafluoroetileno (ETFE), el etileno clorotrifluoroetileno (ECTFE), el politetrafluoroetileno (PTFE) y/o el policlorotrifluoroetileno (PCTFE).

La primera capa y/o la segunda capa también pueden estar hechas de al menos un material compuesto, en concreto, de tipo preimpregnado (llamado, igualmente, prepeg) a base de fibras de vidrio y de resina epoxi.

15 La segunda capa también puede estar hecha de metal, en concreto, de aluminio.

En particular, la primera capa y la segunda capa pueden estar hechas de al menos un material polímero y pueden presentar el mismo espesor.

20 Además, el conjunto encapsulante puede estar realizado a partir de al menos un material polímero elegido de entre: los copolímeros de ácidos, los ionómeros, el poli(etileno-acetato de vinilo) (EVA), los acetales de vinilo, tales como los polivinilbutirales (PVB), los poliuretanos, los cloruros de polivinilo, los polietilenos, tales como los polietilenos lineales de baja densidad, las poliolefinas elastómeras de copolímeros, los copolímeros de α -olefinas y de los α -, β -ésteres de ácido carboxílico a etilénico, tales como los copolímeros de etileno-acrilato de metilo y los copolímeros de etileno-acrilato de butilo, los elastómeros de silicona y/o las resinas epoxi, entre otros.

Preferentemente, el conjunto encapsulante puede estar realizado a partir de dos capas de poli(etileno-acetato de vinilo) (EVA) de espesor al menos igual a 200 μm , entre las que se disponen las células fotovoltaicas.

30 Las células fotovoltaicas se pueden elegir de entre: unas células fotovoltaicas de homoconfluencia o de heteroconfluencia a base de silicio monocristalino (c-Si) y/o multicristalino (mc-Si) y/o unas células fotovoltaicas que comprenden al menos un material de entre el silicio amorfo (a-Si), el silicio microcristalino ($\mu\text{C-Si}$), el telururo de cadmio (CdTe), el seleniuro de cobre-indio (CIS) y el diseleniuro de cobre-indio/galio (CIGS), entre otros.

35 Por otra parte, las células fotovoltaicas pueden presentar un espesor comprendido entre 100 y 250 μm .

El módulo fotovoltaico puede incluir, además, una caja de confluencia, destinada a recibir el cableado necesario para la explotación del módulo fotovoltaico.

40 Por otra parte, aun cuando la primera capa que forma la cara delantera del módulo fotovoltaico es transparente, la segunda capa que forma la cara trasera del módulo fotovoltaico puede ser o no transparente, siendo, en concreto, opaca.

45 Además, el espaciado entre dos células fotovoltaicas vecinas o también consecutivas o adyacentes de un mismo grupo puede ser superior o igual a 1 mm, en concreto, comprendido entre 1 y 30 mm y preferentemente igual a 3 mm.

Además, la realización del módulo fotovoltaico según la invención puede implementar una etapa de laminación en caliente, en concreto, a una temperatura superior o igual a 120 $^{\circ}\text{C}$ y durante una duración del ciclo de laminación de al menos 10 minutos, de al menos una parte de las capas constitutivas del módulo fotovoltaico.

50 Por otra parte, la instalación fotovoltaica según la invención está caracterizada por que incluye:

- un conjunto de al menos un primer módulo fotovoltaico y un segundo módulo fotovoltaico tales como se han definido anteriormente, posicionados de tal modo que un grupo de células fotovoltaicas del primer módulo fotovoltaico esté adyacente y unido eléctricamente a un grupo de células fotovoltaicas del segundo módulo fotovoltaico con la misma orientación para recibir un flujo luminoso según la misma dirección,
- una estructura de soporte para el conjunto de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico y un segundo módulo fotovoltaico.

60 Cada grupo de células fotovoltaicas de los primer y segundo módulos fotovoltaicos incluye un elemento de sistema de conexión, de modo que cada grupo del primer módulo fotovoltaico esté unido eléctricamente a un grupo del segundo módulo fotovoltaico que presenta la misma orientación para recibir un flujo luminoso según la misma dirección por medio de su elemento de sistema de conexión.

65 La instalación puede incluir, además, un circuito cerrado de enfriamiento del conjunto de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico y un segundo módulo fotovoltaico, que comprende el sistema de enfriamiento de cada módulo

fotovoltaico, al menos en parte soportada por la estructura de soporte.

La estructura de soporte puede incluir al menos dos brazos de soporte, destinados a extenderse a cada lado de una fuente de fluido de enfriamiento, en concreto, un canal de irrigación y que soportan respectivamente los extremos del conjunto de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico y un segundo módulo fotovoltaico.

La instalación fotovoltaica puede incluir, además, unos elementos de fijación, en concreto, unos tornillos de tipo Krinner, destinados a ser fijados a cada lado de la fuente de fluido de enfriamiento, para el mantenimiento en posición de dichos al menos dos brazos de soporte.

La instalación fotovoltaica puede incluir, además, al menos dos elementos de posicionamiento, en concreto, unos bloques específicos, que permiten el mantenimiento en posición del conjunto de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico y un segundo módulo fotovoltaico, soportados respectivamente por dichos al menos dos brazos de soporte. Cada elemento de posicionamiento puede incluir una parte superior y una parte inferior, destinadas a ensamblarse entre sí, definiendo el ensamblaje de las partes superior e inferior un soporte de un extremo del conjunto de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico y un segundo módulo fotovoltaico. Cada elemento de posicionamiento puede soportar al menos en parte el circuito de enfriamiento de la instalación fotovoltaica y, en concreto, el sistema de enfriamiento de cada módulo fotovoltaico.

Por otra parte, el circuito de enfriamiento puede incluir, al nivel de uno de los extremos del conjunto de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico y un segundo módulo fotovoltaico soportada por uno de dichos al menos dos brazos de soporte, una llegada de fluido de enfriamiento que proviene de la fuente de fluido de enfriamiento y al nivel del otro de los extremos del conjunto de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico y un segundo módulo fotovoltaico soportada por el otro de dichos al menos dos brazos de soporte, una evacuación de fluido de enfriamiento recalentado.

Además, el circuito de enfriamiento puede incluir un circulador unido a un intercambiador de calor térmico.

De forma ventajosa, el módulo fotovoltaico puede ser lo suficientemente grande y conformable como para adaptarse a la estructura de soporte de la instalación fotovoltaica conforme a la invención.

La instalación fotovoltaica según la invención puede incluir una cualquiera de las características mencionadas anteriormente, tomadas aisladamente o según cualesquiera combinaciones técnicamente posibles con otras características.

Breve descripción de los dibujos

La invención se podrá comprender mejor con la lectura de la descripción detallada que va a seguir, de un ejemplo de implementación no limitativo de esta, así como con el examen de las figuras, esquemáticas y parciales, del dibujo adjunto, en el que:

- la figura 1 representa, en corte, un ejemplo convencional de módulo fotovoltaico que incluye unas células fotovoltaicas cristalinas,
- la figura 2 representa, en vista en despiece, el módulo fotovoltaico de la figura 1,
- la figura 3 ilustra, en vista desde arriba y en planta, un ejemplo de realización de un conjunto de módulos fotovoltaicos,
- la figura 4 ilustra, muy esquemáticamente en corte, el conjunto de módulos fotovoltaicos de la figura 3, de modo que se visualice la flecha del conjunto,
- las figuras 5A y 5B ilustran, según unas vistas en perspectiva diferentes, un ejemplo de realización de una instalación fotovoltaica que incluye el conjunto de módulos fotovoltaicos conformes a la invención de la figura 3 y
- la figura 6 es una vista en perspectiva ampliada de la zona A de la figura 5B.

En el conjunto de estas figuras, las referencias idénticas pueden designar unos elementos idénticos o análogos.

Además, las diferentes partes representadas en las figuras no lo están necesariamente según una escala uniforme, para hacer las figuras más legibles.

Descripción detallada de un modo de realización particular

Las figuras 1 y 2 ya se han descrito en la parte relativa al estado de la técnica anterior.

Las figuras 3, 4, 5A, 5B y 6 hacen referencia a un ejemplo no limitativo de realización de la invención, implementada por encima de un canal de irrigación C cuya agua constituye el fluido de enfriamiento. Por cierto, debe observarse que, en las figuras 3 y 4, la flecha F representa la dirección del canal de irrigación C.

Por otra parte, aunque no se representa de forma similar en las figuras 3 a 6, cada módulo fotovoltaico 1a, 1b incluye un apilamiento de capas del tipo del descrito con referencia a las figuras 1 y 2. También, las referencias utilizadas más

adelante que no se representan en las figuras 3 a 6 hacen referencia a las utilizadas en las figuras 1 y 2 por analogía.

La figura 3 ilustra, de este modo, en primer lugar, en vista desde arriba y en planta, un ejemplo de realización de un conjunto 50 conforme la invención de un primer módulo fotovoltaico 1a y de un segundo módulo fotovoltaico 1b. Los dos módulos fotovoltaicos 1a y 1b están unidos eléctricamente entre sí por medio de elementos de sistema de conexión 9 del tipo *Plug&Play* (conectar y usar en español).

Más precisamente, cada módulo fotovoltaico 1a, 1b incluye tres grupos 8, espaciados los unos de los otros, de células fotovoltaicas 4 interconectadas. Cada grupo 8 de uno de los dos módulos fotovoltaicos 1a, 1b incluye al menos un elemento de sistema de conexión 9 para permitir unirlos eléctricamente a un grupo correspondiente 8 del otro de los dos módulos fotovoltaicos 1a, 1b.

Estos grupos 8 presentan ventajosamente unas orientaciones diferentes para recibir unos flujos luminosos que provienen de diferentes direcciones. En otras palabras, el módulo fotovoltaico 1a, 1b según la invención permite la producción de energía eléctrica sobre al menos tres direcciones diferentes. En particular, los grupos 8 situados a la izquierda de la figura 3, identificados por el contorno E en líneas discontinuas, están expuestos en la dirección del este. Los grupos 8 situados en el centro de la figura 3, identificados por el contorno S en líneas discontinuas, están expuestos en la dirección del sur. Finalmente, los grupos 8 situados a la derecha de la figura 3, identificados por el contorno O en líneas discontinuas, están expuestos en la dirección del oeste. Estas diferencias de orientación de los grupos 8 permiten ventajosamente optimizar el rendimiento fotovoltaico.

Los grupos 8 de un mismo módulo fotovoltaico 1a o 1b no están unidos eléctricamente entre sí. En cambio, un grupo 8 del primer módulo fotovoltaico 1a está unido eléctricamente a un grupo 8 correspondiente adyacente de misma orientación para la captura de un flujo luminoso de misma dirección del segundo módulo fotovoltaico 1b. De este modo, los grupos 8 del primer módulo fotovoltaico 1a están cada uno unidos eléctricamente a los grupos 8 del segundo módulo fotovoltaico 1b, con el fin de separar las restricciones mecánicas de las restricciones eléctricas.

Por otra parte, cada módulo fotovoltaico 1a, 1b incluye una primera capa 2 transparente que forma la cara delantera del módulo fotovoltaico 1a, 1b, destinada a recibir un flujo luminoso; una pluralidad de células fotovoltaicas 4 distribuidas según los grupos 8 en los que están dispuestas una al lado de la otra y unidas eléctricamente entre sí, pero no entre grupos 8; un conjunto que encapsula 3 la pluralidad de células fotovoltaicas 4; y una segunda capa 5 que forma la cara trasera del módulo fotovoltaico 1a, 1b, estando el conjunto encapsulante 3 y la pluralidad de células fotovoltaicas 4 situados entre las primera 2 y segunda 5 capas.

De forma ventajosa, la primera capa 2 está hecha de al menos un material polímero y/o un material compuesto y presenta un espesor superior o igual a 0,1 mm. Asimismo, la segunda capa 5 está hecha de al menos un material polímero y/o un material compuesto y/o de metal y presenta un espesor superior o igual a 0,1 mm.

A la inversa de los módulos fotovoltaicos convencionales de la técnica anterior, el módulo fotovoltaico 1a, 1b puede tener unas dimensiones hechas a medida, en concreto, función de las necesidades de la aplicación que se tiene como propósito.

Por otra parte, cada módulo fotovoltaico 1a, 1b incluye ventajosamente un sistema de enfriamiento 10 (visible en las figuras 5A, 5B y 6), situado al menos parcialmente en el interior de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b, que permite la circulación de un fluido de enfriamiento en el interior del módulo fotovoltaico 1a, 1b.

De forma preferente, el módulo fotovoltaico 1a, 1b es flexible, es decir, que puede aceptar una flecha *f*, representada en la figura 4 para mayor claridad, que va hasta un 50 % de la longitud inicial del módulo fotovoltaico 1a, 1b. En otras palabras, si *L* representa la longitud inicial de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b o también del conjunto 50 de los dos módulos fotovoltaicos 1a y 1b, entonces, la flecha *f* satisface la siguiente relación: $f \leq 0,5 \times L$.

Por otra parte, como se ha indicado anteriormente, la primera capa 2 y/o la segunda capa 5 de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b pueden estar hechas de al menos un material polímero, en concreto, elegido de entre: el policarbonato (PC), el polimetacrilato de metilo (PMMA), en concreto, PMMA monofásico (no de choque) o PMMA multifásico (de choque), por ejemplo, PMMA de choque nanoestructurado, el politereftalato de etileno (PET), la poliamida (PA), un polímero fluorado, en concreto, el polifluoruro de vinilo (PVF) o el polifluoruro de vinilideno (PVDF), el etileno tetrafluoroetileno (ETFE), el etileno clorotrifluoroetileno (ECTFE), el politetrafluoroetileno (PTFE) y/o el Policlorotrifluoroetileno (PCTFE).

La primera capa 2 y/o la segunda capa 5 de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b también pueden estar hechas de al menos un material compuesto, en concreto, de tipo preimpregnado (llamado, igualmente, prepeg) a base de fibras de vidrio y de resina epoxi, pudiendo la segunda capa 5, igualmente, estar hecha de metal, en concreto, de aluminio.

Las figuras 5A y 5B ilustran, por su parte, según unas vistas en perspectiva diferentes, un ejemplo de realización de una instalación fotovoltaica 20 que incluye el conjunto 50 de los dos módulos fotovoltaicos 1a y 1b conformes a la invención de la figura 3, mientras que la figura 6 es una vista en perspectiva ampliada de la zona A de la figura 5B.

De este modo, la instalación fotovoltaica 20 incluye una estructura de soporte 40 de los módulos fotovoltaicos 1a y 1b y un circuito cerrado de enfriamiento activo 30 de los módulos fotovoltaicos 1a y 1b, comprendiendo este circuito de enfriamiento 30 el sistema de enfriamiento 10 de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b, al menos en parte soportada por la estructura de soporte 40.

5 La estructura de soporte 40 resulta ser ventajosamente de un escaso coste y de una simplicidad de fabricación. Puede estar premontada, de modo que permita una instalación rápida por encima del canal de irrigación C. La estructura de soporte 40 puede ser, por ejemplo, una estructura metálica de acero galvanizado, que franquea el canal de irrigación C.

10 La instalación fotovoltaica 20 se coloca ventajosamente por encima del canal de irrigación C, a cada lado de los bordes B del canal de irrigación C, esto es, por encima de una zona fresca favorable para el enfriamiento de los módulos fotovoltaicos 1a y 1b por la evaporación del agua por encima del canal C, pero, igualmente, por la utilización de la propia agua en calidad de fluido que contribuye al enfriamiento en el circuito de enfriamiento 30 que permite disminuir la temperatura de los módulos fotovoltaicos 1a y 1b.

15 La estructura de soporte 40 incluye ventajosamente dos brazos de soporte 41 y 42 o vigas de soporte que se extienden a cada lado del canal de irrigación C y que soportan respectivamente los extremos del conjunto 50 de los módulos fotovoltaicos 1a y 1b.

20 Por otra parte, unos elementos de fijación 43, en concreto, unos tornillos de tipo Krinner, están dispuestos sobre los bordes B del canal de irrigación C, más allá de las estructuras de albañilería del canal C, que permiten la fijación de los dos brazos de soporte 41 y 42.

25 Además, la instalación 20 incluye unos bloques específicos 44, distribuidos a lo largo de los brazos de soporte 41 y 42, que permiten el mantenimiento en posición del conjunto de los dos módulos fotovoltaicos 1a y 1b, que se inserta en cada soporte 45 de bloques específicos 44. Más precisamente, cada bloque específico 44 incluye una parte superior 44a y una parte inferior 44b, destinadas a ensamblarse entre sí, definiendo el ensamblaje de las partes superior 44a e inferior 44b el soporte 45 de un extremo del conjunto 50 de los módulos fotovoltaicos 1a y 1b.

30 La estructura de soporte 40, que comprende los dos brazos de soporte 41 y 42, así como los bloques específicos 44 pueden ensamblarse en fábrica antes de su instalación al nivel del canal de irrigación C. El conjunto se puede asegurar eventualmente por un fleje por cable para evitar los desprendimientos provocados por los esfuerzos de resistencia al viento.

35 Por otra parte, como se ve esto en la figura 6, cada bloque específico 44 soporta al menos en parte el circuito de enfriamiento 30 de la instalación fotovoltaica 20 y, en concreto, el sistema de enfriamiento 10 de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b. En particular, unos conductos de enfriamiento del sistema de enfriamiento 10 y del circuito de enfriamiento 30 circulan en el interior de los bloques específicos 44.

40 Además, debe observarse que el circuito de enfriamiento 30 incluye, al nivel de uno de los extremos del conjunto 50 de los dos módulos fotovoltaicos 1a y 1b soportado por el brazo de soporte 41, una llegada de agua fría que proviene del canal de irrigación (fluido de transferencia de calor en un circuito cerrado), como se esquematiza por la flecha EF. Asimismo, el circuito de enfriamiento 30 incluye, al nivel del otro de los extremos del conjunto 50 de los dos módulos fotovoltaicos 1a y 1b soportado por el brazo de soporte 42, una evacuación de agua caliente, como se esquematiza por la flecha EC.

45 El circuito de enfriamiento 30, cuya una parte corresponde al sistema de enfriamiento 10 de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b, participa activamente en el enfriamiento de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b dedicado a la producción de electricidad. De este modo, de forma ventajosa, el circuito de enfriamiento 30 funciona en circuito cerrado. El desplazamiento del agua en el circuito de enfriamiento 30 permite recuperar unas calorías de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b para bajar la temperatura de este y, por lo tanto, aumentar el rendimiento de este. El sistema de enfriamiento 10 de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b puede incluir, por ejemplo, un contacto térmico con la cara trasera del módulo fotovoltaico 1a, 1b.

50 El circuito de enfriamiento 30 incluye preferentemente un circulador unido a un intercambiador de calor térmico situado sobre una pared de los bordes B del canal de irrigación C. De este modo, se puede evitar el uso de bombas potentes, lo que disminuye fuertemente los consumos eléctricos.

55 Ventajosamente, la utilización de un fluido de enfriamiento, en el presente documento, agua, que se vierte en el interior de cada módulo fotovoltaico 1a, 1b en circuito cerrado permite, por una parte, asegurar su enfriamiento activo y, por otra parte, evitar el ensuciamiento debido a la caliza del agua en la superficie del módulo (uno de los inconvenientes de la técnica anterior), que bajaría el rendimiento de este y solicitaría unas intervenciones frecuentes de limpieza específica y costoso de la caliza.

60 Más generalmente, la invención permite proponer una instalación fotovoltaica 20 que se basa en el uso de una

estructura de soporte 40 de diseño simple y que utiliza al menos dos módulos fotovoltaicos 1a, 1b que permiten un enfriamiento activo uniforme en circuito cerrado por recuperación de las calorías negativas en el agua del canal de irrigación C, que evita, de este modo, las restricciones térmicas sobre las células fotovoltaicas 4. Por lo tanto, es posible obtener un funcionamiento eléctrico sin perturbaciones, que favorece el envejecimiento de los módulos fotovoltaicos 1a, 1b evitando sobrecalentarlos.

Por supuesto, la invención no se limita al ejemplo de realización que se acaba de describir. El experto en la materia puede aportar a ella diversas modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Instalación fotovoltaica (20), **caracterizada por que** incluye:

- 5 - un conjunto (50) de al menos un primer módulo fotovoltaico (1a) y un segundo módulo fotovoltaico (1b),
 - una estructura de soporte (40) del conjunto (50) de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico (1a) y un segundo módulo fotovoltaico (1b),
 incluyendo cada módulo fotovoltaico (1a, 1b):
- 10 - una primera capa (2) transparente que forma la cara delantera del módulo fotovoltaico (1a, 1b), destinada a recibir un flujo luminoso,
 - una pluralidad de células fotovoltaicas (4) distribuidas según al menos dos grupos (8) de células fotovoltaicas (4), espaciados los unos de los otros, incluyendo cada grupo (8) de células fotovoltaicas (4) células fotovoltaicas (4) dispuestas unas al lado de otras e interconectadas eléctricamente entre sí, estando dichos al menos dos grupos (8) de células fotovoltaicas (4) del módulo fotovoltaico (1a, 1b) no unidos eléctricamente entre sí en el interior de dicho módulo fotovoltaico (1a, 1b),
- 15 - un conjunto que encapsula (3) la pluralidad de células fotovoltaicas (4),
 - una segunda capa (5) que forma la cara trasera del módulo fotovoltaico (1a, 1b), estando el conjunto encapsulante (3) y la pluralidad de células fotovoltaicas (4) situados entre las primera (2) y segunda (5) capas, estando dichos al menos dos grupos (8) de células fotovoltaicas (4) dispuestos dentro del módulo fotovoltaico (1a, 1b) según al menos dos orientaciones diferentes, de modo que reciban unos flujos luminosos que provienen de al menos dos direcciones diferentes,
 y estando dichos al menos un primer módulo fotovoltaico (1a) y un segundo módulo fotovoltaico (1b) posicionados de tal modo que un grupo (8) de células fotovoltaicas (4) del primer módulo fotovoltaico (1a) esté adyacente y unido eléctricamente a un grupo (8) de células fotovoltaicas (4) del segundo módulo fotovoltaico (1b) con la misma orientación para recibir un flujo luminoso según la misma dirección.
- 20
 25

2. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la primera capa (2) está hecha de al menos un material polímero y/o un material compuesto y presenta un espesor superior o igual a 0,1 mm y **por que** la segunda capa (5) está hecha de al menos un material polímero y/o un material compuesto y/o de metal y presenta un espesor superior o igual a 0,1 mm.

30

3. Instalación según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** cada módulo fotovoltaico (1a, 1b) incluye un sistema de enfriamiento (10), situado al menos parcialmente en el interior del módulo fotovoltaico (1a, 1b), que permite la circulación de un fluido de enfriamiento en el interior del módulo fotovoltaico (1a, 1b).

35

4. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada módulo fotovoltaico (1a, 1b) incluye al menos un elemento de sistema de conexión (9) para cada grupo (8) de células fotovoltaicas (4), de modo que una eléctricamente cada grupo (8) del módulo fotovoltaico (1a) a un grupo (8) correspondiente de células fotovoltaicas (4) de un módulo fotovoltaico (1b) adyacente del mismo tipo.

40

5. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**:

- 45 - la primera capa (2) y/o la segunda capa (5) están hechas:
- de al menos un material polímero, en concreto, elegido de entre: el policarbonato (PC), el polimetacrilato de metilo (PMMA), en concreto, PMMA monofásico (no de choque) o PMMA multifásico (de choque), por ejemplo, PMMA de choque nanoestructurado, el politereftalato de etileno (PET), la poliamida (PA), un polímero fluorado, en concreto, el polifluoruro de vinilo (PVF) o el polifluoruro de vinilideno (PVDF), el etileno tetrafluoroetileno (ETFE), el etileno clorotrifluoroetileno (ECTFE), el politetrafluoroetileno (PTFE) y/o el policlorotrifluoroetileno (PCTFE) y/o,
- 50 - de al menos un material compuesto, en concreto, de tipo preimpregnado a base de fibras de vidrio y de resina epoxi y/o,
- 55 - **por que** la segunda capa (5) está hecha de metal, en concreto, de aluminio.

6. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las células fotovoltaicas (4) se eligen de entre: unas células fotovoltaicas de homoconfluencia o de heteroconfluencia a base de silicio monocristalino (c-Si) y/ o multicristalino (mc-Si) y/o unas células fotovoltaicas que comprenden al menos un material de entre el silicio amorfo (a-Si), el silicio microcristalino (μ C-Si), el telururo de cadmio (CdTe), el seleniuro de cobre-indio (CIS) y el diseleniuro de cobre-indio/galio (CIGS).

60

7. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** cada grupo (8) de células fotovoltaicas (4) de los primer (1a) y segundo (1b) módulos fotovoltaicos incluye un elemento de sistema de conexión (9), de modo que cada grupo (8) del primer módulo fotovoltaico (1a) esté unido eléctricamente a un grupo (8) del segundo módulo fotovoltaico (1b) que presenta la misma orientación para recibir un flujo luminoso según la

65

misma dirección por medio de su elemento de sistema de conexión (9).

- 5 8. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** incluye un circuito cerrado de enfriamiento (30) del conjunto (50) de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico (1a) y un segundo módulo fotovoltaico (1b), que comprende el sistema de enfriamiento (10) de cada módulo fotovoltaico (1a, 1b), al menos en parte soportado por la estructura de soporte (40).
- 10 9. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la estructura de soporte (40) incluye al menos dos brazos de soporte (41, 42), destinados a extenderse a cada lado de una fuente de fluido de enfriamiento (C), en concreto, un canal de irrigación y que soportan respectivamente los extremos del conjunto (50) de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico (1a) y un segundo módulo fotovoltaico (1b).
- 15 10. Instalación según la reivindicación 9, **caracterizada por que** incluye unos elementos de fijación (43), en concreto, unos tornillos de tipo Krinner, destinados a ser fijados a cada lado de la fuente de fluido de enfriamiento (C), para el mantenimiento en posición de dichos al menos dos brazos de soporte (41, 42).
- 20 11. Instalación según la reivindicación 9 o 10, **caracterizada por que** incluye al menos dos elementos de posicionamiento (44), en concreto, unos bloques específicos (44), que permiten el mantenimiento en posición del conjunto (50) de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico (1a) y un segundo módulo fotovoltaico (1b), soportados respectivamente por dichos al menos dos brazos de soporte (41, 42).
- 25 12. Instalación según la reivindicación 11, **caracterizado por que** cada elemento de posicionamiento (44) incluye una parte superior (44a) y una parte inferior (44b), destinadas a ensamblarse entre sí, definiendo el ensamblaje de las partes superior (44a) e inferior (44b) un soporte (45) de un extremo del conjunto (50).
- 30 13. Instalación según las reivindicaciones 11 o 12, **caracterizada por que** cada elemento de posicionamiento (44) soporta al menos en parte el circuito de enfriamiento (30) de la instalación fotovoltaica (20) y, en concreto, el sistema de enfriamiento (10) de cada módulo fotovoltaico (1a, 1b).
- 35 14. Instalación según una de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizada por que** el circuito de enfriamiento (30) incluye, al nivel de uno de los extremos del conjunto (50) de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico (1a) y un segundo módulo fotovoltaico (1b) soportada por uno (41) de dichos al menos dos brazos de soporte (41, 42), una llegada de fluido de enfriamiento que proviene de la fuente de fluido de enfriamiento (C) y al nivel del otro de los extremos del conjunto (50) de dichos al menos un primer módulo fotovoltaico (1a) y un segundo módulo fotovoltaico (1b) soportada por el otro (42) de dichos al menos dos brazos de soporte (41, 42), una evacuación de fluido de enfriamiento recalentado.
- 40 15. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el circuito de enfriamiento (30) incluye un circulador unido a un intercambiador de calor térmico.

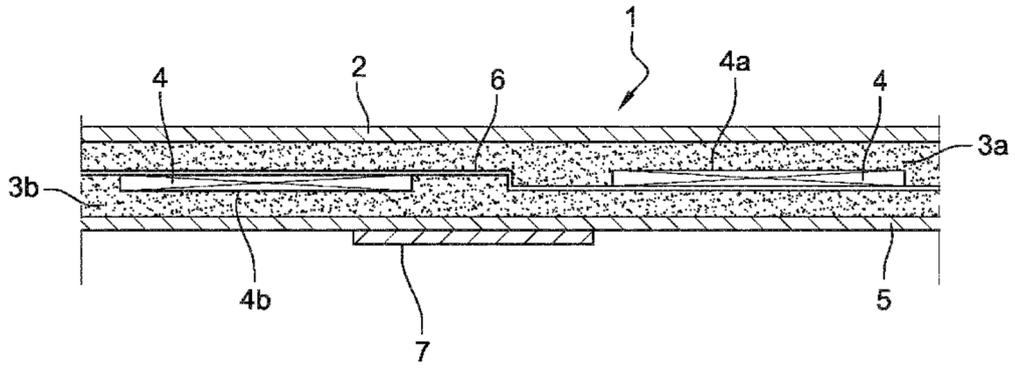


Fig. 1

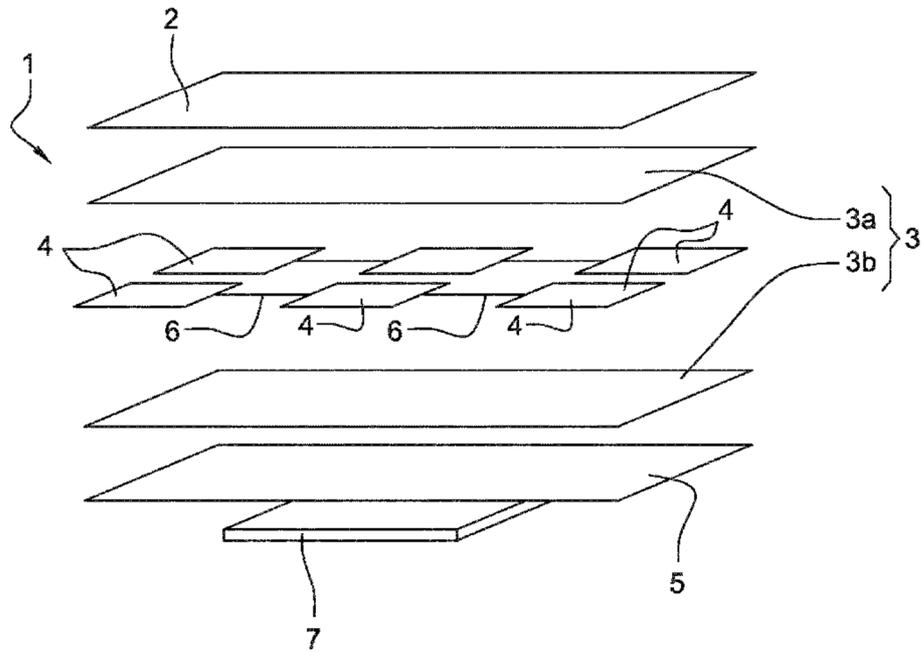
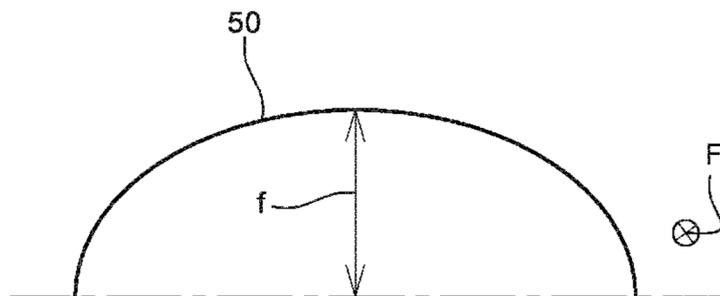
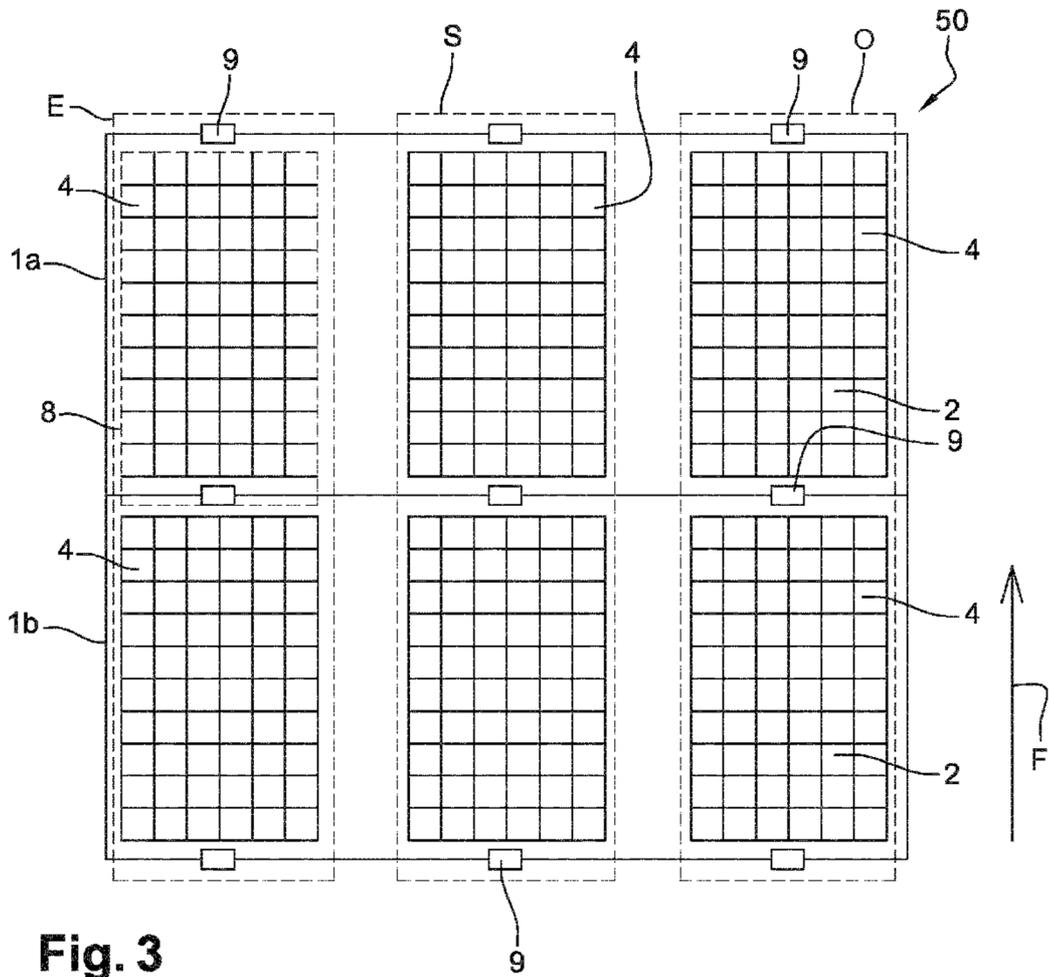


Fig. 2



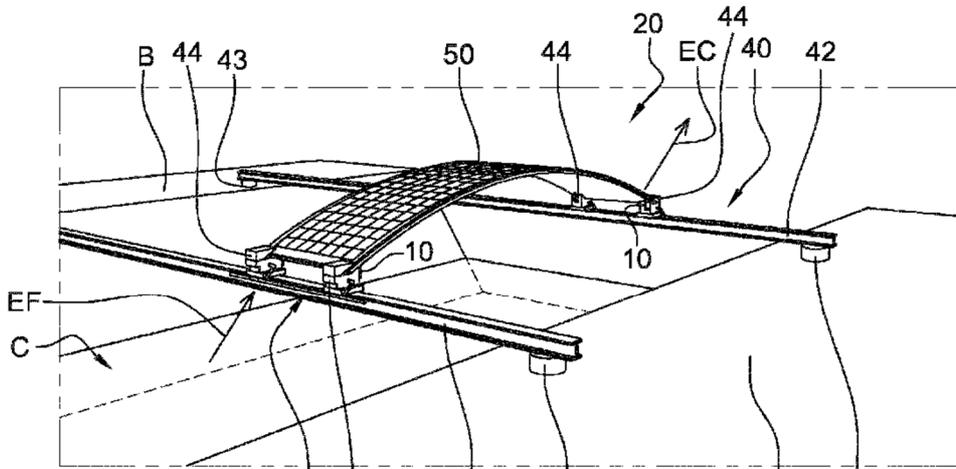


Fig. 5A

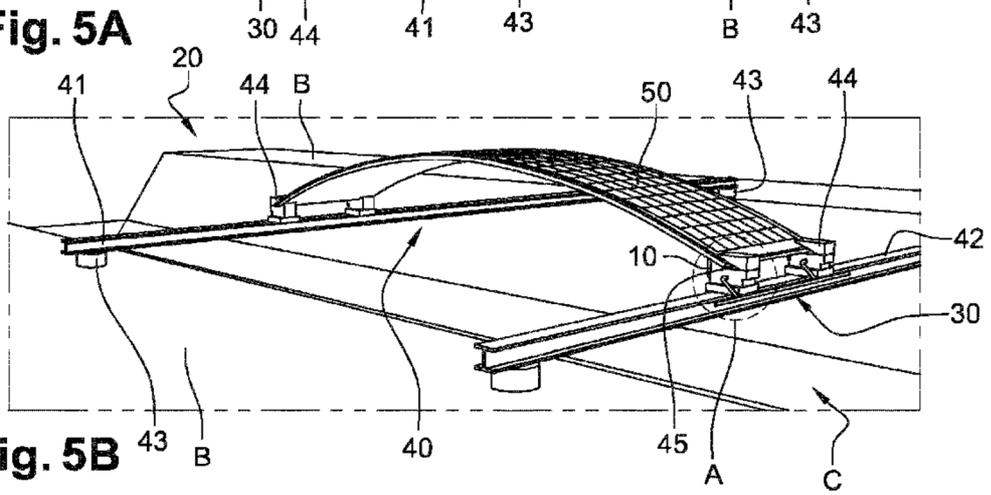


Fig. 5B

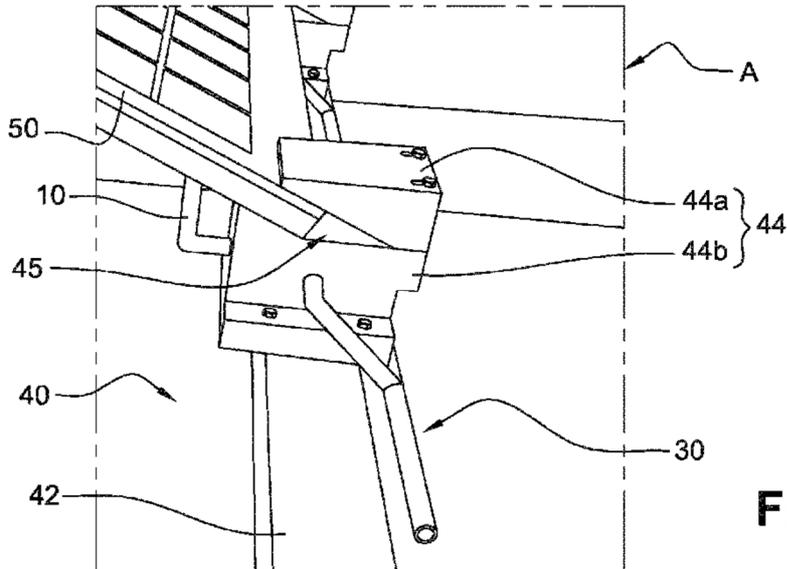


Fig. 6