

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 916 211**

51 Int. Cl.:

B29C 45/00 (2006.01)
B32B 17/06 (2006.01)
H01L 31/048 (2014.01)
B29C 70/44 (2006.01)
B29C 70/86 (2006.01)
B32B 5/26 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.09.2015** **PCT/EP2015/070433**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.03.2016** **WO16038000**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2015** **E 15763279 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2022** **EP 3191284**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de módulos fotovoltaicos encapsulados**

30 Prioridad:

08.09.2014 EP 14382333

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

29.06.2022

73 Titular/es:

IZPITEK SOLAR, S.L. (100.0%)
Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia, Laida Bidea, edif. 204
48170 Zamudio (Bizkaia), ES

72 Inventor/es:

ARRIZABALAGA CANELLADA, IGOR;
GARCÍA ARRIETA, SONIA;
IMBULUZQUETA GARCÍA, GORKA;
MACHADO GARCÍA, MAIDER;
VEGA DE SEOANE LÓPEZ DE GOICOECHEA,
JOSÉ MARÍA;
ASTIGARRAGA ERLEAGA, ALEXANDER;
OLLO ESCUDERO, OLATZ;
ROMÁN MEDINA, EDUARDO;
CANO IRANZO, FRANCISCO JESÚS;
ZUBILLAGA ALCORTA, OIHANA y
YURRITA MURUA, NAIARA

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 916 211 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

Procedimiento de fabricación de módulos fotovoltaicos encapsulados

5

La presente descripción se refiere a células y módulos fotovoltaicos encapsulados y procedimientos de fabricación de células y módulos fotovoltaicos encapsulados.

10 **ANTECEDENTES**

Los módulos fotovoltaicos pueden estar formados por células fotovoltaicas interconectadas dispuestas en un soporte estructural y de protección. Dichos módulos pueden colocarse en un entorno adecuado, por ejemplo, en el techo de un edificio, o en un campo abierto.

15

Los módulos y, en particular, sus soportes estructurales, pueden diseñarse para que tengan una durabilidad adecuada y protejan las celdas y las conexiones en condiciones ambientales variables incluyendo, por ejemplo, humedad, agua, radiación UV, abrasión de partículas, impacto de objetos u otros.

20

Al mismo tiempo, los materiales que forman el módulo fotovoltaico deben tener una capacidad estructural suficiente para asegurar un correcto comportamiento mecánico del mismo, dotando al conjunto de rigidez y resistencia mecánica. Los módulos fotovoltaicos también deberían fabricarse preferiblemente a un coste relativamente bajo. El peso es, además, una consideración importante.

25

Finalmente, es importante que el soporte estructural permita una conversión fotoeléctrica eficiente en las células fotovoltaicas. Los materiales de encapsulación deben tener suficiente transmitancia óptica y la transmitancia óptica debe mantenerse a lo largo del tiempo en un grado aceptable.

30

El proceso de encapsulación de células fotovoltaicas es bien conocido en el estado de la técnica, véase, por ejemplo, EP 2 043 162 A2, US 2011/036390 A1 y JP 2010 221441 A. Las soluciones convencionales se basan en laminados que consisten en una lámina posterior, una lámina frontal y material encapsulante que embebe las células. La lámina posterior puede ser de vidrio, polímero, metal o laminados combinados. La lámina frontal suele ser de vidrio o puede ser una lámina polimérica transparente. El material encapsulante consiste generalmente en un polímero que fluye en el proceso de laminación embebiendo las células y se adhiere a la lámina posterior y la lámina frontal.

35

Además, es conocido en la técnica el uso de materiales compuestos de resina termoendurecible reforzada con fibras como soporte. Sin embargo, la transmitancia óptica del módulo generalmente se ve comprometida, lo que da lugar a una eficiencia reducida de las células fotovoltaicas empleadas.

40

DESCRIPCIÓN

La invención se define en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se indican en el conjunto de reivindicaciones dependientes adjuntas.

45

La presente invención presenta un procedimiento para fabricar un módulo fotovoltaico que comprende una o más células fotovoltaicas encapsuladas en un material compuesto termoestable reforzado con fibras. Las células fotovoltaicas tienen un lado frontal a irradiar y un lado posterior. En el lado frontal de las células fotovoltaicas, el material compuesto reforzado con fibras comprende una resina sustancialmente transparente y fibras sustancialmente transparentes, en las que los índices de refracción de la resina y las fibras son sustancialmente iguales.

50

En este aspecto, las características mecánicas beneficiosas de los materiales compuestos reforzados con fibras se aprovechan combinando un peso sustancialmente bajo con una resistencia y rigidez suficientes. Al mismo tiempo, al elegir una resina y fibras sustancialmente transparentes, y al hacer coincidir los índices de refracción (es decir, obtener índices de refracción que sean iguales o sustancialmente iguales) tanto de las fibras como de la resina, se reduce la difusión de la luz dentro del encapsulado compuesto. Esto permite así una mejor eficiencia del módulo fotovoltaico.

55

60

La transparencia (para fibras y resina), tal como se utiliza aquí, puede entenderse como la transmitancia de luz media preferiblemente de un 80% o más o más preferiblemente un 90% o más en una región de longitud de onda de luz de 300 nm a 2000 nm.

La coincidencia de los índices de refracción debe entenderse aquí como que los índices de refracción difieren menos de un 2 % entre sí, y preferiblemente menos de un 1 %, y más preferiblemente menos de un 0,5 %.

Las células fotovoltaicas pueden estar completamente embebidas en el material compuesto. El módulo fotovoltaico tal como se describe en los ejemplos de la presente descripción combina aspectos de capacidad estructural, transmitancia óptica, adaptabilidad a geometrías no planas, protección, peso y reducción de etapas en el proceso de fabricación, respecto a técnicas conocidas.

Aquí, un lado frontal puede considerarse como el lado de las células fotoeléctricas que ha de irradiarse por el sol. Y un lado posterior puede considerarse como el lado opuesto. En algunos ejemplos, el sol también puede irradiar una parte posterior, por ejemplo, cuando se utilizan células solares bifaciales.

Las celdas y sus conexiones pueden embeberse completamente dentro del material compuesto. Se elimina la necesidad de utilizar materiales adicionales como lámina posterior, lámina frontal o marco. El módulo como tal puede ser, por lo tanto, sustancial o completamente autoportante.

En la presente invención, en un lado frontal de las celdas fotovoltaicas, se dispone una combinación de resina y fibras que se ha seleccionado para lograr un bajo contenido de huecos. Una buena adherencia de las fibras y la resina es importante para reducir o eliminar los huecos en el compuesto. Una reducción de los huecos puede reducir la difusión de la luz y, por lo tanto, puede aumentar potencialmente la eficiencia de conversión del módulo.

Un bajo contenido de huecos se entiende en la presente invención como un contenido de huecos inferior a un 2%, y preferiblemente inferior a un 1%.

En la presente invención se utiliza una resina epoxi y se combina con fibras de vidrio tratadas con agentes de acoplamiento de silano. Los silanos tienen la capacidad de unir materiales inorgánicos tales como vidrio, cargas minerales, metales y óxidos metálicos a resinas orgánicas.

Los agentes de acoplamiento de silano pueden mejorar notablemente la unión entre la fibra y la resina.

Además, el tratamiento de las fibras de vidrio con los agentes de acoplamiento de silano permite igualar el índice de refracción de las fibras y la resina.

Otros factores a tener en cuenta para seleccionar una resina adecuada incluyen:

- viscosidad y vida útil que permiten embeber el módulo completamente
- propiedades mecánicas y resistencia térmica adecuadas
- resistencia a UV (posiblemente con aditivos)
- adhesión a las células fotovoltaicas y sus conexiones

En algunos ejemplos, el material compuesto reforzado con fibras para el lado frontal de los módulos fotovoltaicos puede ser diferente del material compuesto reforzado con fibras para el lado posterior de los módulos fotovoltaicos. En estos ejemplos, el material compuesto y, en particular, las fibras pueden optimizarse para, por ejemplo, una transmitancia óptica en una cara frontal de las celdas fotovoltaicas, en el que, en una cara posterior de las celdas fotovoltaicas, el material puede optimizarse en cuanto a coste, relación resistencia/peso u otros.

Opcionalmente, en estos ejemplos, las fibras son diferentes (en el lado frontal respecto al lado posterior de las células fotovoltaicas) y la resina es la misma. Esto permite una fácil fabricación y ofrece la posibilidad de acelerar los procesos de fabricación. Dado que las fibras en la parte posterior de las células fotovoltaicas generalmente no son críticas desde el punto de vista de la transmitancia, hay mayor libertad en cuanto a la elección de las fibras. Por ejemplo, también pueden seleccionarse capas de fibras con un mayor peso superficial, de modo que se requiere un número reducido de capas.

En ejemplos alternativos, particularmente para facilitar la fabricación, los materiales compuestos (tanto resina como fibras) pueden ser iguales para el lado frontal y el lado posterior de las células fotovoltaicas.

En algunos ejemplos, los módulos pueden ser bifaciales, es decir, las células fotovoltaicas pueden irradiarse desde dos lados. Por lo tanto, tanto el lado frontal como el posterior pueden irradiarse y es deseable optimizar la transmisión de luz en ambos lados. También pueden considerarse módulos que incluyan células esféricas que puedan ser irradiadas en toda su superficie.

En otro aspecto, que no forma parte de la presente invención, se presenta un procedimiento de fabricación de módulos fotovoltaicos que comprende una o más células fotovoltaicas de silicio cristalino, en el que el procedimiento

comprende proporcionar un molde, disponer una o más células fotovoltaicas en el molde y disponer fibras de refuerzo en el molde tanto en una cara frontal de las celdas como en una cara posterior de las celdas. Puede disponerse una bolsa para rodear la cavidad del molde y puede crearse un vacío en la bolsa. Después, dentro de la bolsa de vacío se infunde una resina por el vacío creado. La creación del vacío en la bolsa puede realizarse de manera gradual.

De acuerdo con este aspecto, se presenta un procedimiento de fabricación de módulos fotovoltaicos particularmente adecuado para células fotovoltaicas de silicio cristalino. La infusión con bolsa de vacío es bien conocida en la técnica de fabricación de productos compuestos. Los inventores han descubierto, en relación con la creación de una encapsulación de células fotovoltaicas de silicio cristalino, que se requiere un proceso de infusión de bolsa de vacío modificado. En concreto, se ha encontrado que las células de silicio cristalino pueden romperse si el vacío no se suministra de una manera suficientemente gradual.

En algunos ejemplos, la creación de vacío en la bolsa puede comprender la creación de presión negativa de un primer nivel con relativa rapidez y el aumento gradual de la presión negativa del primer nivel hasta alcanzar un vacío sustancial. En estos ejemplos, puede mantenerse la velocidad de fabricación, mientras que los residuos o la caída de células rotas durante la fabricación puede reducirse o eliminarse.

En algunos ejemplos, el primer nivel puede ser entre 0,6 y 0,85 bares de presión negativa, preferiblemente entre 0,6 y 0,8 bares de presión negativa. Los inventores han descubierto que el agrietamiento o rotura de las células fotovoltaicas de silicio cristalino se produce con presiones negativas bruscas aplicadas por encima del valor de vacío de 0,8 bar, en particular más de 0,85 bar. Es decir, si la presión ambiental es de 1 bar, la presión en la cavidad del molde será inferior a 0,2 o 0,15 bar. Al aumentar gradualmente la presión negativa más allá de estos valores límite, pueden reducirse sustancialmente o evitarse por completo las grietas y roturas.

En algunos ejemplos, disponer fibras de refuerzo en el molde en la cara frontal de las celdas puede comprender disponer por lo menos cuatro capas de fibras y, opcionalmente se colocan seis capas de fibras en la cara frontal de las celdas fotovoltaicas. Los inventores han descubierto que el número de capas de fibras también influye en el agrietamiento de las células fotovoltaicas. En particular, se encontró que, para evitar el agrietamiento de las celdas, por lo menos cuatro capas de fibras son beneficiosas en una cara frontal. Cuando se utilizaron fibras de menor peso por unidad de área, se encontró que, en algunos casos para celdas fotovoltaicas de silicio, se requerían por lo menos seis capas de fibras. En general, puede decirse que, aumentando el número de capas, las células quedan, en cierto modo, mejor protegidas y, por lo tanto, también puede aumentarse la velocidad de aplicación del vacío sin dañar las células.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirán unos ejemplos particulares no limitativos de la presente descripción con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de módulo fotovoltaico de acuerdo con una implementación;

Las figuras 2a y 2b ilustran esquemáticamente un ejemplo de un procedimiento de fabricación de un módulo fotovoltaico que no forma parte de la presente invención;

La figura 3a muestra una foto de un módulo y la figura 3b muestra una imagen fotográfica de un análisis de electroluminiscencia de un módulo fotovoltaico obtenido de acuerdo con un ejemplo de un procedimiento de fabricación que no forma parte de la presente invención; y

La figura 4 ilustra esquemáticamente otro ejemplo de un módulo fotovoltaico que no forma parte de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de un módulo fotovoltaico de acuerdo con una implementación. El módulo fotovoltaico del ejemplo puede fabricarse en un único proceso, en el que el material compuesto actúa como base y revestimiento a la vez.

Un módulo encapsulado en un material compuesto se obtiene embebiendo las células fotovoltaicas 13 y sus conexiones 12 en un compuesto reforzado con fibras. En este ejemplo, se dispone una pluralidad de células fotovoltaicas en un módulo. Estas celdas están interconectadas. En un borde del módulo, se disponen conectores eléctricos.

Puede proporcionarse una resina transparente tal como, por ejemplo, una resina de poliéster, resina epoxi, resina viniléster u otras transparentes. De acuerdo con la presente invención, se dispone una resina epoxi sin curar sustancialmente transparente.

- 5 Se selecciona una fibra transparente adecuada para igualar el índice de refracción después de la unión con la resina. La fibra transparente se somete a un tratamiento para conseguir índices de refracción iguales a los de la resina. Como resultado de tal tratamiento, la fibra puede ser transparente o no. Después de unirse a la resina, la fibra será (de nuevo) sustancialmente transparente.
- 10 Haciendo coincidir el índice de refracción de las fibras con el índice de refracción de la resina, puede reducirse significativamente la difusión de la luz dentro del módulo y puede mejorarse la eficiencia del módulo fotovoltaico resultante. Existen varias opciones para hacer coincidir los índices de refracción de fibras y resinas incluyendo tratamientos químicos de fibras y la inclusión de compuestos de tamaño nanométrico en la resina.
- 15 De acuerdo con la presente invención, se crea un laminado de fibra de vidrio 14, en el que el refuerzo de fibra se ha sometido a un tratamiento previo con agentes de acoplamiento de silano, en la parte frontal de la celda o conjunto de celdas interconectadas (es decir, la parte la radiación solar cuando la celda está funcionando). La superficie de la fibra de vidrio se modifica con compuestos de aminosilano unidos covalentemente a la fibra.
- 20 Los grupos o compuestos aminosilano, tal como se utilizan aquí, pueden entenderse como un silano que contiene por lo menos un grupo amino.

Una resina epoxi puede estar compuesta por diglicidil éter de bisfenol A y bisfenol F. Los grupos amino presentes en la superficie de la fibra debido a los agentes de acoplamiento de aminosilano reaccionan químicamente con los grupos oxirano de la resina epoxi sin curar.

Después de tal reacción, los índices de refracción de la fibra de refuerzo y la resina pueden ser sustancialmente iguales. Además, la reacción da como resultado un enlace covalente de la resina a la fibra, con un bajo porcentaje de huecos. También pueden evitarse otros fenómenos de interfaz que afecten a la transmitancia óptica. Una resina epoxi alternativa que puede utilizarse en los ejemplos de la presente descripción es una resina epoxi alifática o cicloalifática. Estas moléculas comprenden estructuras de grupos alifáticos o cicloalifáticos (sin unidades aromáticas). La reacción química con el aminosilano en este ejemplo también se basa en los grupos oxirano. En comparación con la resina mencionada anteriormente, puede lograrse una mayor resistencia a la radiación solar (resistencia a los rayos UV y propiedades anti-amarilleo) debido a la falta de grupos aromáticos.

La resina puede curarse térmicamente a través de un catalizador de amina cicloalifática. Un ejemplo de dicho catalizador es 4,4' diaminociclohexil metano. Ventajosamente, ni los componentes de resina, ni el catalizador reaccionan sustancialmente con las células fotovoltaicas o los materiales y uniones de conexión eléctrica en el sentido de que las células, los materiales y uniones de conexión eléctrica no se ven dañados en el proceso.

Un acabado superficial pulido de baja rugosidad de la cara frontal del módulo fotovoltaico puede reducir la difusión de la luz y, por lo tanto, aumentar todavía más la eficiencia de las células fotovoltaicas integradas. Esta superficie de baja rugosidad puede obtenerse utilizando un molde pulido. El módulo FV (fotovoltaico) también puede incorporar una capa de acabado en la cara anterior y/o posterior, a base de capa de gel o capa superior, para mejorar las propiedades superficiales del módulo, tales como la resistencia a la abrasión y al desgaste, la dureza de la superficie, envejecimiento frente a agentes ambientales, u otros.

La resina puede contener uno o varios aditivos para funcionalidades adicionales, tales como mejora de la resistencia a agentes ambientales, coloración, filtrado y conversión de las longitudes de onda de la radiación incidente, u otras.

Puede crearse otro laminado 15 en el lado posterior de las células fotoeléctricas, es decir, en el lado que no debe ser irradiado por el sol. En algunos ejemplos, se utiliza la misma resina tanto en el lado frontal como en el lado posterior, pero el tipo de fibra puede variar. Por ejemplo, puede utilizarse otro tipo de fibra de vidrio, u otro tipo de fibras tales como fibras de aramida, fibras de carbono, etc.

Una vez procesado, este conjunto formará el módulo fotovoltaico 11. Cabe destacar que, dependiendo de la aplicación, puede no ser necesario ningún soporte estructural adicional (ya sea un marco metálico o no).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar un módulo fotovoltaico (11) que comprende una o más celdas fotovoltaicas (13) embebidas en un material compuesto termoendurecible reforzado con fibras (14, 15), presentando la una o más celdas fotovoltaicas un lado frontal para ser irradiado y un lado posterior, comprendiendo el procedimiento
5 proporcionar una o más células fotovoltaicas,
proporcionar fibras de vidrio en el lado frontal de la una o más celdas fotovoltaicas que tienen agentes de acoplamiento de aminosilano unidos covalentemente a las fibras de vidrio, y proporcionar una resina epoxi sin
10 curar sustancialmente transparente en el lado frontal de las celdas fotovoltaicas,
hacer reaccionar químicamente la resina epoxi sin curar y los agentes de acoplamiento de aminosilano entre sí de manera que, después de la reacción, los índices de refracción de las fibras de vidrio y la resina epoxi difieren menos de un 2% entre sí en una región de longitud de onda de luz de 300 nm a 2000 nm y, tras la reacción, se
15 consigue un enlace covalente de la resina epoxi y las fibras de vidrio, obteniendo así un contenido de huecos inferior a un 2%.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que en el lado frontal de la una o más células fotovoltaicas, las fibras de vidrio son fibras de vidrio tejidas.
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por el hecho de que, para el lado frontal de la una o más células fotovoltaicas, la resina epoxi sin curar está compuesta por diglicidil éter de bisfenol A y bisfenol F.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por el hecho de que para el lado frontal de la una o más células fotovoltaicas, la resina epoxi sin curar es una resina epoxi alifática o cicloalifática.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, caracterizado por el hecho de que un material compuesto reforzado con fibras (14) para el lado frontal de la una o más celdas fotovoltaicas es diferente de un material compuesto reforzado con fibras (15) para el lado posterior de la una o más celdas fotovoltaicas.
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que las fibras de vidrio en el lado frontal de la una o más celdas fotovoltaicas son diferentes de las fibras de vidrio en el lado posterior de la una o más celdas fotovoltaicas y la resina epoxi sin curar es la misma.
7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, caracterizado por el hecho de que la resina epoxi sin curar en el lado frontal de la una o más células fotovoltaicas incluye aditivos para la resistencia a rayos UV.
- 35 8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 7, caracterizado por el hecho de que la una o más celdas fotovoltaicas son una o más de las siguientes: celdas fotovoltaicas de silicio cristalino, celdas fotovoltaicas de capa fina, celdas fotovoltaicas orgánicas y celdas fotovoltaicas de unión múltiple u otras.

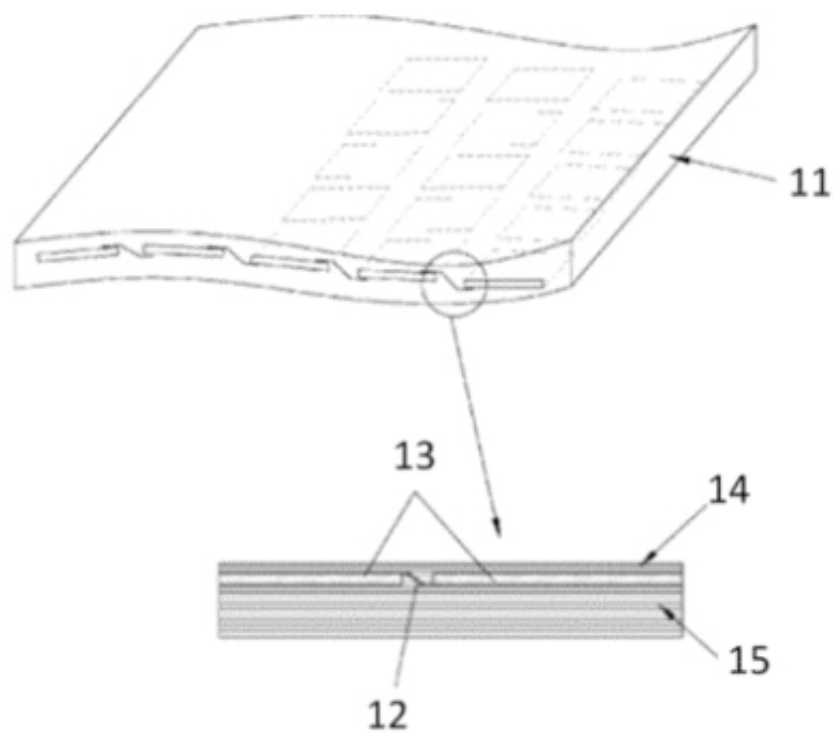


Fig. 1

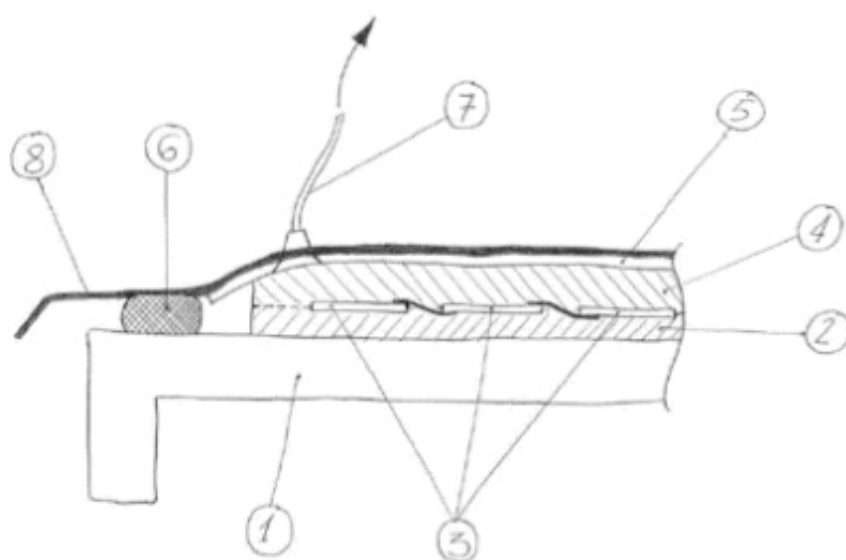


Fig. 2a

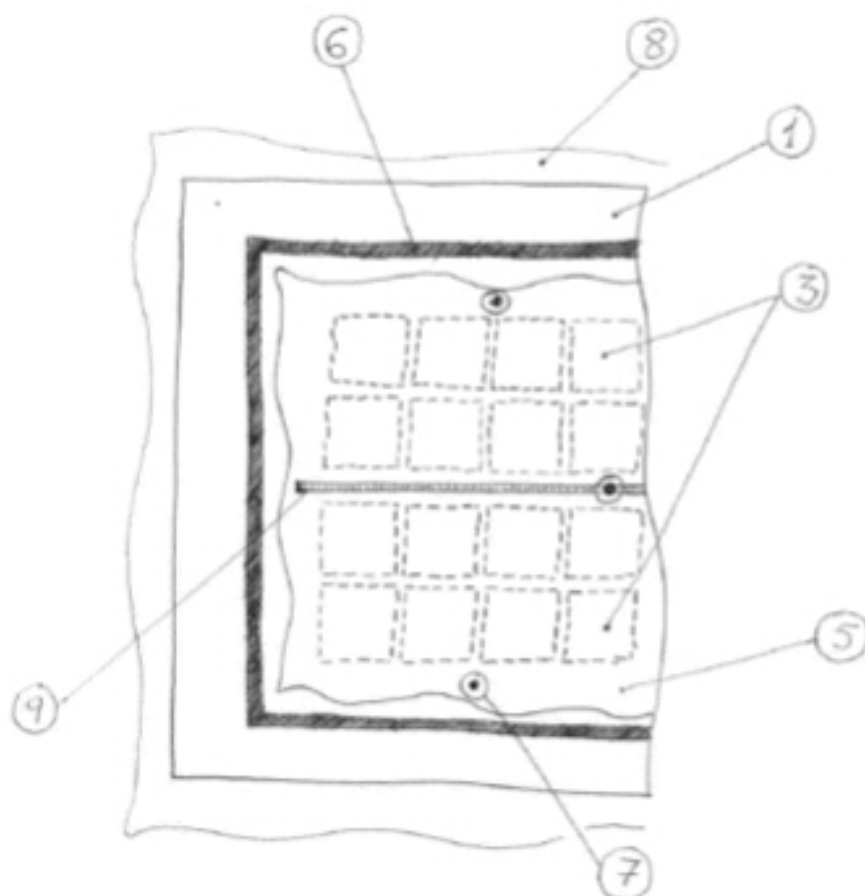


Fig. 2b

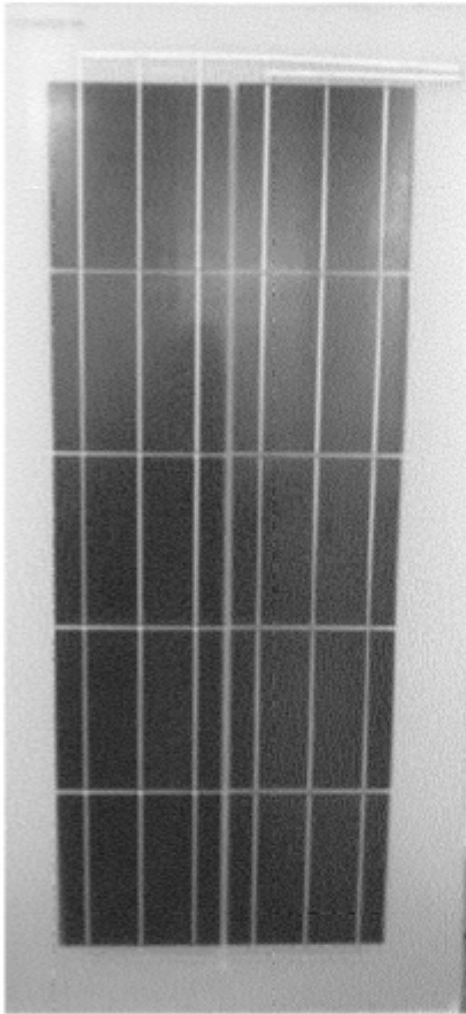


Fig. 3a

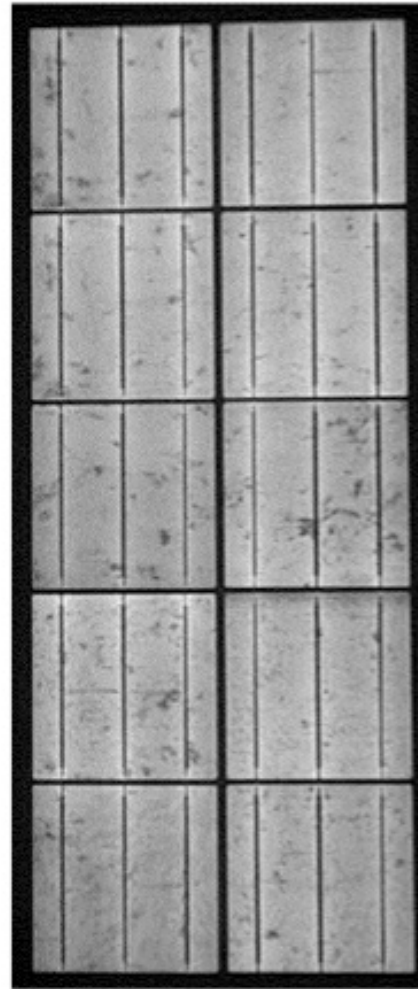


Fig. 3b

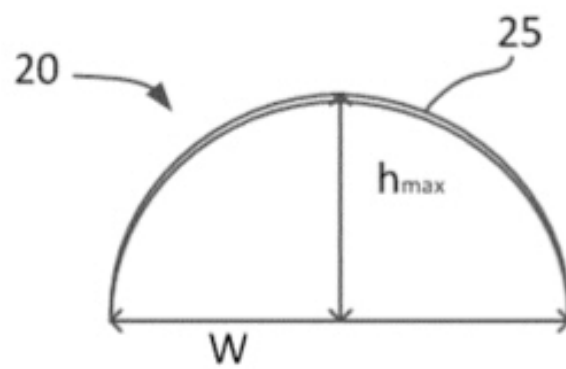


Fig. 4

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

- EP 2043162 A2 [0006]
- JP 2010221441 A [0006]
- US 2011036390 A1 [0006]