

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 499**

51 Int. Cl.:

H01L 31/048 (2014.01)

H01L 31/049 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.05.2016 PCT/AT2016/050146**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016 WO16183604**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2016 E 16729749 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 3298631**

54 Título: **Elemento fotovoltaico**

30 Prioridad:

20.05.2015 AT 3202015

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

27.11.2020

73 Titular/es:

**LENZING PLASTICS GMBH & CO KG (100.0%)
Werkstraße 2
4860 Lenzing, AT**

72 Inventor/es:

**BRANDSTÄTTER, ANDREAS y
GRIESHOFER, HUBERT**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 796 499 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

Elemento fotovoltaico

La invención se refiere a un elemento fotovoltaico que comprende un material de hoja de encapsulamiento superior y un material de hoja de encapsulamiento inferior, en donde entre el material de hoja de encapsulamiento superior e inferior están encapsuladas células fotovoltaicas, así como un material de hoja de la cara posterior, que está dispuesto en la posición de inserción del elemento fotovoltaico por debajo del material de hoja de encapsulamiento inferior.

Un módulo fotovoltaico habitual en el mercado consta en el lado frontal (el lado dirigido al sol) de un cristal, en particular un vidrio de seguridad templado (ESG), por debajo una lámina de acoplamiento transparente, para encapsular las células solares y su cableado eléctrico (cintas de soldadura) en el vidrio, por debajo del sistema electrónico con las células solares se encuentra normalmente de nuevo la hoja de encapsulamiento y el cierre posterior forma un laminado de hojas, la así llamada hoja de la cara posterior, que está formada por ejemplo de un laminado PVF-PET-PVF (laminado de polivinil fluoruro-tereftalato de polietileno-polivinil fluoruro). Las hojas de encapsulamiento están construidas normalmente de EVA (etilen-vinil-acetato). Todas las capas se colocan unas por encima de otras en el montaje de los módulos y se laminan térmicamente unos con otros. El EVA se reticula químicamente. En la laminación a partir de la hoja de EVA hasta entonces lechosa se forma una capa de plástico clara, reticulada tridimensionalmente y ya no fundible, en la que están encapsuladas células solares y que está unida fijamente con el cristal y la hoja de la cara posterior. Una estructura de este tipo puede verse por ejemplo en "<http://www.solarfassade.info/de/grundlagen/komponenten/pvmodule.php>". Una estructura de este tipo tiene esencialmente dos desventajas, que resultan de la utilización de los materiales mencionados. Por un lado el EVA debido a la radiación solar libera ácido acético. Dado que el ácido acético, como es sabido, actúa corrosivamente sobre las células solares y su cableado, debe evacuarse del módulo fotovoltaico. Esto condiciona de nuevo que el laminado debe ser de difusión abierta en el reverso, dado que el ácido acético no puede escaparse a través del cristal delantero. La capacidad de difusión de la hoja de la cara posterior impide la configuración estanca al aire del módulo fotovoltaico. Además los reticulantes para la reticulación del EVA pueden formar peróxidos, que llevan a un envejecimiento prematuro. El documento EP 2822043 A1 describe un material de hoja de encapsulamiento para encapsular una batería solar según el estado de la técnica.

Por otro lado la rigidez del módulo fotovoltaico se ha controlado hasta ahora principalmente a través del grosor de vidrio. Apenas se prestó atención a la hoja de la cara posterior en cuanto a la rigidez. Debido a diferentes dilataciones térmicas entre el vidrio en la cara frontal y la hoja de la cara posterior pueden formarse tensiones correspondientes en el laminado, que pueden ser perjudiciales para el compuesto duradero del laminado. El objeto de la presente invención está definido en la reivindicación 1.

La presente invención se basa en el objetivo de mejorar un elemento fotovoltaico en cuanto a su estabilidad.

Este objetivo en el elemento fotovoltaico citado al principio se consigue porque el material de hoja de la cara posterior está formado por una hoja compuesta, que comprende al menos una capa de plástico y al menos un refuerzo de fibras y al incluir la hoja compuesta del material de hoja de la cara posterior al menos una capa de barrera, que está formada por al menos una hoja metálica.

Mediante el refuerzo de fibras del material de hoja de la cara posterior puede conseguirse una rigidez y resistencia mejoradas especialmente en el caso de temperaturas por encima de la temperatura ambiente hasta la temperatura de laminación. Mediante la resistencia mecánica mejorada con respecto a daños por un lado, pero también mediante el material de hoja de la cara posterior más rígido el grosor de vidrio y por consiguiente el peso total del elemento fotovoltaico puede reducirse. Además se ha demostrado que este material de hoja de la cara posterior presenta una tendencia a la fluencia menor que hojas de parte trasera de módulos fotovoltaicos habituales en el mercado. Adicionalmente el material de hoja de la cara posterior presenta una dilatación térmica reducida, adaptada a la cubierta acristalada frontal, lo que en variaciones de temperatura lleva a pocas tensiones en la estructura modular. De las tensiones mediante diferentes dilataciones térmicas son responsables sobre todo la cubierta de vidrio y el material de hoja de la cara posterior, dado que ambos materiales de hoja de encapsulamiento para el sistema electrónico garantizan generalmente un revestimiento interno elástico y a través de estos materiales de hoja de encapsulamiento pueden captarse diferentes dilataciones. Por consiguiente es ventajoso tener en la medida de lo posible los mismos coeficientes de dilatación térmica en las dos capas marginales rígidas, de la cubierta de vidrio y del material de hoja de la cara posterior. Con un refuerzo de fibras de la hoja de la cara posterior el coeficiente de dilatación térmica de plástico puede reducirse y acercarse al valor de vidrio. Por consiguiente una estructura con una hoja de la cara posterior reforzada por fibras presenta menos esfuerzos residuales y una tendencia al estiraje menor. Además, mediante la inserción puede mejorarse la procesabilidad en el procedimiento de laminación. Mediante el refuerzo de fibras puede conseguirse adicionalmente una resistencia a la llama de todo el elemento fotovoltaico, en este caso en particular también del material de hoja de la cara posterior, por lo que esto en caso de un incendio no contribuye adicionalmente a la propagación del incendio. Las hojas retardadoras de llama en módulos fotovoltaicos se componen generalmente de PVF, lo que tiene la desventaja de que mediante el flúor en el plástico, en caso de incendio se produce una formación de compuestos halógenos tóxicos. Mediante el material de hoja de encapsulamiento a su vez puede evitarse la formación de productos de disociación del polímero durante el uso del elemento fotovoltaico. Con ello puede simplificarse o mejorarse la estructura de todo el elemento fotovoltaico, al no tener que considerarse más

la difusión de estos productos de disociación, de modo que el elemento fotovoltaico puede configurarse en conjunto estaco a los gases. Además con ello puede simplificarse también el procedimiento de laminación en sí mismo. Mediante el uso de un plástico físicamente reticulado puede reducirse el tiempo de laminación, dado que no es necesaria una reacción de reticulacion química.

5 De acuerdo con una variante de realización del elemento fotovoltaico puede estar previsto que la hoja compuesta del material de hoja de la cara posterior presente al menos una primera capa de plástico externa y al menos una segunda capa de plástico interna, estando menos estabilizada la segunda capa de plástico interna que la primera capa de plástico externa. Es ventajoso a este respecto que la capa de plástico más estabilizada, es decir, la primera capa de plástico, externa, estable a la intemperie puede utilizarse con un grosor de capa menor en el compuesto total, por lo
10 que pueden realizarse ventajas en los costes correspondientes. La segunda capa de plástico menos estabilizada en comparación está realizada más gruesa que la primera capa de plástico y garantiza el aislamiento eléctrico.

Puede estar previsto adicionalmente que la hoja compuesta del material de hoja de la cara posterior contenga al menos una capa de barrera. Con ello es posible proteger el elemento fotovoltaico mejor de influencias meteorológicas, como en particular entrada de vapor de agua. El vapor de agua puede llevar al empañamiento del interior del cristal y con
15 ello a una disminución del rendimiento hasta el fallo del sistema electrónico. Es especialmente ventajosa esta configuración del elemento fotovoltaico en interacción con el plástico reticulado físicamente del material de hoja de encapsulamiento, dado que con ello no necesitan evacuarse del elemento fotovoltaico productos de disociación del material de encapsulamiento hacia el exterior. Por consiguiente no se necesita llegar a un compromiso en cuanto a las propiedades de barrera y la permeabilidad del material de hoja de la cara posterior. Además con ello el comportamiento de envejecimiento del elemento fotovoltaico puede mejorarse.
20

De acuerdo con una variante de realización está previsto además que la capa de barrera esté formada por al menos una hoja metálica, en particular una hoja de aluminio. Con ello puede facilitarse no solo la función de barrera primaria, sino que con ello puede mejorarse adicionalmente el comportamiento de reflexión del material de hoja de la cara posterior, de modo que puede reflejarse más luz solar que ha atravesado las capas de material de hoja de
25 encapsulamiento en la dirección hacia las células fotovoltaicas, por lo que puede mejorarse el rendimiento energético del elemento fotovoltaico. Mediante el uso de una hoja metálica puede alcanzarse además una conductividad térmica mejorada del material de hoja de la cara posterior, por lo que pueden impedirse mejor puntos calientes (*hot spots*) en el funcionamiento del elemento fotovoltaico.

Por las razones mencionadas en cuanto al material de hoja de encapsulamiento es ventajoso cuando la hoja compuesta del material de hoja de la cara posterior presenta una capa de un plástico reticulado físicamente.
30

El plástico físicamente reticulado del material de hoja de encapsulamiento y/o el plástico físicamente reticulado del material de hoja de la cara posterior puede ser un ionómero. Pueden aumentarse con ello las propiedades ópticas, como -índice de refracción y grado de transmisión, en comparación con hojas de copolímero etilen-vinil-acetato utilizadas en el estado de la técnica a lo largo de toda la vida útil del elemento fotovoltaico.

35 Preferentemente el ionómero es un ionómero de zinc a base de copolímero de etileno/ácido metacrílico. En comparación con otros isómeros puede mejorarse con ello la adherencia a superficies de vidrio o poliamida. Por otro lado este ionómero presenta sin embargo también buenas propiedades de fluidez, una elevada resiliencia y una absorción de humedad reducida.

Puede estar previsto adicionalmente que en cada caso las capas individuales del material de hoja de encapsulamiento y/o del material de hoja de la cara posterior estén unidas entre sí con un adhesivo, por lo que puede conseguirse una resistencia térmica elevada y una adherencia duradera, elevada, así como un buen comportamiento de envejecimiento del material de hoja de encapsulamiento y/o del material de hoja de la cara posterior.
40

Para una mejor adaptación del comportamiento de dilatación térmica del material de hoja de la cara posterior al de la cubierta de vidrio en la cara frontal puede preverse que el refuerzo de fibras esté compuesto de al menos 80 % en
45 peso de fibras de vidrio.

Además puede preverse que el refuerzo de fibras esté formado por un tejido, por lo que asimismo puede alcanzarse una mejora adicional del comportamiento mecánico del material de hoja de la cara posterior.

La capa compuesta por el refuerzo de fibras puede presentar un peso por unidad de superficie entre 100 g/m² y 250 g/m². Puede formarse con ello una capa casi cerrada.

50 Para una mejor comprensión de la invención esta se explica con más detalle mediante las figuras siguientes.

Muestran en cada caso en representación simplificada, esquemática:

- figura 1 un fragmento de un elemento fotovoltaico en sección transversal;
- figura 2 la dependencia del índice de refracción de la temperatura de materiales de hoja de encapsulamiento;
- figura 3 el espectro de transmisión de materiales de hoja de encapsulamiento;
- 55 figura 4 el espectro de reflexión de materiales de hoja de encapsulamiento;

figura 5 el comportamiento de envejecimiento del material de hoja de encapsulamiento;
 figura 6 el comportamiento de envejecimiento del material de hoja de la cara posterior;
 figura 7 la evolución de tensión-alargamiento de distintos materiales de hoja de la cara posterior;
 figura 8 el comportamiento de contracción de distintos materiales de hoja de la cara posterior.

5 Como introducción cabe constatar en las forma de realización descritas de forma diferente las mismas piezas están provistas de las mismas referencias o los mismos nombres de piezas constructivas, pudiendo transmitirse las divulgaciones contenidas a lo largo de la descripción conforme al sentido a las mismas piezas con las mismas referencias o los mismos nombres de piezas constructivas. También los datos de posición seleccionados en la memoria, como por ejemplo arriba, abajo, lateralmente etc., se refieren a la figura directamente descrita y representada y estos datos de posición en el caso de una variación de posición han de transmitirse conforme al sentido a la nueva posición.

10 En la figura 1 está representado un fragmento de un elemento fotovoltaico 1 en sección transversal. Este elemento fotovoltaico 1 comprende o consta de un elemento de cubierta 2 superior, un elemento de encapsulamiento 3 dispuesto por debajo y unido con el elemento de cubierta 2 superior, en el que están encapsulados varios elementos fotovoltaicos 4, y un material de hoja de la cara posterior 5, que está unido con el elemento de encapsulamiento 3 y está dispuesto por debajo de este. Esta estructura de capa puede cercarse por un marco 6, que preferentemente está dispuesto recubriendo el elemento de cubierta 2 superior y el material de hoja de la cara posterior 3.

15 El elemento de encapsulamiento 3 comprende al menos un material de hoja de encapsulamiento 7 superior y al menos un material de hoja de encapsulamiento 8 inferior o se compone del material de hoja de encapsulamiento superior e inferior 7, 8.

20 Las células fotovoltaicas 4 y su conexión eléctrica o cableado no representado en la figura 1 están dispuestas o encapsuladas entre el material de hoja de encapsulamiento superior y el inferior 7, 8. Con respecto a otros detalles sobre las células fotovoltaicas 4 cabe remitir al estado de la técnica correspondiente.

25 De acuerdo con una primera variante de realización preferida del elemento fotovoltaico 1 el material de hoja de la cara posterior 5 está formado por una hoja compuesta, que comprende al menos una capa de plástico 9 y al menos un refuerzo de fibras 10. En esta variante de realización ambos materiales de hoja de encapsulamiento 7,8 pueden constar también de plásticos correspondientes del estado de la técnica.

30 Según una variante de realización preferida adicional, dado el caso independiente en sí, del elemento fotovoltaico 1 está previsto que al menos uno de los dos materiales de hoja de encapsulamiento 7, 8, preferentemente tanto el material de hoja de encapsulamiento 7, 8 superior como también el inferior, presenta un plástico reticulado físicamente, en particular se compone de este. A este respecto ambos materiales de hoja de encapsulamiento 7, 8 pueden estar compuestos del mismo plástico. También es concebible también que estos estén compuestos de plásticos diferentes. En esta variante de realización el material de hoja de la cara posterior 5 puede estar configurado en correspondencia con el estado de la técnica.

35 Según una variante de realización preferida adicional, dado el caso independiente en sí, del elemento fotovoltaico 1 está previsto que el material de hoja de la cara posterior 5 esté formado por la hoja compuesta, que comprende la al menos una capa de plástico 9 y el al menos un refuerzo de fibras 10, y que al menos uno de los dos materiales de hoja de encapsulamiento 7, 8, preferentemente tanto el material de hoja de encapsulamiento 7, 8 superior como también el inferior, presenta un plástico reticulado físicamente, en particular se compone de este.

40 El refuerzo de fibras 10 está configurado preferentemente como capa propia, que está dispuesta entre la capa de plástico 9 y el material de hoja de encapsulamiento 8 inferior. Si en la capa de refuerzo de fibras estuvieran configuradas cavidades, estas también pueden estar rellenas del plástico de la capa de plástico 9 y/o del material de hoja de encapsulamiento inferior 8 al menos parcialmente.

45 El refuerzo de fibras 10 puede estar formado por fibras y/o hilos, que están seleccionados a partir de un grupo que comprende o se compone de fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de carbono, fibras minerales, como por ejemplo fibras de basalto, fibras naturales, como por ejemplo cáñamo, sisal, y combinaciones de estos.

Preferentemente se utilizan fibras de vidrio como capa de refuerzo de fibras. El porcentaje de las fibras de vidrio en el refuerzo de fibras 10 puede ascender al menos al 80 % en peso, en particular al menos 90 % en peso. Preferentemente las fibras y/o hilos del refuerzo de fibras 10 se componen exclusivamente de fibras de vidrio.

50 Las fibras y/o hilos pueden presentarse en el refuerzo de fibras 10 como no tejido de fibras paralelas, por ejemplo como velo. Se prefiere sin embargo un tejido o un género de punto de las fibras y/o hilos. Es posible a este respecto también que el tejido o género de punto solo se presente por zonas y las zonas restantes del refuerzo de fibras 10 se formen mediante un no tejido de fibras paralelas.

55 Al usar un tejido son posibles diferentes tipos de ligamento, en particular ligamento de lino, ligamento de sarga o de raso. Preferentemente se utiliza un ligamento de lino.

El peso por unidad de superficie del refuerzo de fibras 10 puede ascender entre 10 g/m² y 1000 g/m². Preferentemente

- 5 por las razones anteriores se utiliza un refuerzo de fibras 10 con un peso por unidad de superficie entre 100 g/m² y 250 g/m². Con ello puede generarse una capa cerrada, que una integración de material unitaria con el plástico del material de hoja de encapsulamiento 7, 8. Además, con ello puede influirse en las propiedades de la hoja compuesta como dilatación térmica o tendencia a la fluencia. La rigidez del refuerzo de fibras 10, por ejemplo con la tercera potencia de su grosor, es decir de su peso por unidad de superficie, entra en la rigidez global de hoja de compuesto.
- Sin embargo también es posible, emplear un tejido de vidrio de malla abierta o una esterilla de vidrio con un peso por unidad de superficie entre 10 g/m² a 90 g/m².
- 10 El refuerzo de fibras 10 puede estar configurado como capa individual. Sin embargo también es posible que el refuerzo de fibras 10 presente varias capas individuales, separadas dado el caso unas de otras, por ejemplo dos o tres, en donde al menos cada una de las capas individuales al menos por secciones, preferentemente por completo, pueden estar compuestas también de fibras y/o hilos diferentes al resto de las capas individuales.
- La capa de plástico 9 puede estar compuesta por ejemplo de al menos 80 % en peso, en particular de al menos 90 % en peso, preferentemente del 100 % en peso de un plástico, que está seleccionado a partir de un grupo que comprende o se compone de poliolefinas, plásticos a base de por ejemplo poliésteres o poliamidas.
- 15 Cabe mencionar en este punto que por un plástico se entiende un polímero sintético o natural, que está fabricado de monómeros correspondientes.
- 20 La hoja compuesta del material de hoja de la cara posterior 5 puede presentar además del refuerzo de fibras 10 y la (primera) capa de plástico 9 al menos una segunda capa de plástico 11, en donde la segunda capa de plástico está menos estabilizada o no estabilizada. A este respecto, con respecto a la posición de inserción - la segunda capa de plástico 11 menos estabilizada o no estabilizada está dispuesta en particular directamente por encima de la primera capa de plástico 9 (más) estabilizada. La segunda capa de plástico 11 menos o no estabilizada por tanto no está sometida directamente a ventilación. Preferentemente la segunda capa de plástico 11 menos estabilizada o no estabilizada presenta un grosor de capa superior al de la primera capa de plástico 9.
- 25 La capa de plástico 11 puede estar compuesta por ejemplo de al menos 80 % en peso, en particular de al menos 90 % en peso, preferentemente del 100 % en peso de un plástico, que está seleccionado a partir de un grupo que comprende o se compone de poliolefinas, plásticos a base de por ejemplo poliésteres o poliamidas.
- 30 En general, el material de hoja de la cara posterior puede constar de varias capas individuales, que se unen entre sí a través de adhesivos. Para ello por un lado son adecuados sistemas de adhesivo de 2 componentes a base de poliuretano o también sistema termoadhesivo. Además de adhesivos puede utilizarse también la coextrusión y el revestimiento por extrusión como posibilidad de unión. Naturalmente también es posible una combinación que coextruye varios plásticos y se recubren entre sí mediante adhesión con una capa de refuerzo por fibras o metal recubierto por extrusión.
- 35 Cabe mencionar ya en este punto que también las capas individuales del elemento de encapsulamiento 3 pueden estar unidas entre sí a través de los métodos de unión mencionados. De acuerdo con una variante de realización adicional está previsto que la hoja compuesta del material de hoja de la cara posterior 5 contenga al menos una capa de barrera 12, tal como está representada en la figura 1 en línea discontinua. Esta capa de barrera 12 está formada por al menos una hoja metálica, en particular una hoja de aluminio. Sin embargo también son posibles otros materiales de capa de barrera, como por ejemplo cobre.
- 40 La capa de barrera 12 está dispuesta preferentemente entre el refuerzo de fibras 10 y la capa de plástico 9, pero puede también estar dispuesta por debajo de la primera capa de plástico 9 o la segunda capa de plástico 11 o entre la primera y la segunda capa de plástico 9,11. Dado el caso también pueden estar previstas o dispuestas varias capas de barrera 12 en material de hoja de la cara posterior 5. Estas varias capas de barrera 12 pueden estar dispuestas en particular distanciadas unas de otras en material de hoja de la cara posterior 5.
- 45 La o las capas de barrera 12 forman en particular una barrera contra el vapor de agua que penetra en el elemento fotovoltaico 1 desde fuera.
- Como ya se ha expuesto anteriormente, el elemento fotovoltaico 1 presenta un elemento de encapsulamiento 3 con ambos materiales de hoja de encapsulamiento 7, 8. Ambos materiales de hoja de encapsulamiento 7, 8 pueden estar contruidos con una o varias capas, en donde en cada caso se prefiere la realización monocapa del material de hoja de encapsulamiento 7 y del material de hoja de encapsulamiento 8.
- 50 Preferentemente al menos uno de los dos materiales de hoja de encapsulamiento 7, 8, preferentemente ambos, se compone de un plástico reticulado físicamente. Es decir, a estos no se añade ningún reticulante químico, de modo que el plástico acabado en el elemento fotovoltaico 1 también está exento de reticulantes químicos o productos de disociación de estos.
- 55 La reticulación física se realiza preferentemente a través de enlaces iónicas en el ionómero, en donde Zn²⁺ actúa como catión y el grupo carboxilo de la cadena principal actúa como anión.

Según una variante de realización adicional del elemento fotovoltaico 1 el material de hoja de la cara posterior 5 puede presentar también al menos una capa de un plástico físicamente reticulado, por ejemplo la capa de plástico 9 y/o la segunda capa de plástico 11.

5 Como plástico reticulado físicamente pueden utilizarse por ejemplo ionómeros, copolímeros de vinilo, como por ejemplo polivinil butiral, o elastómeros termoplásticos.

10 En la variante de realización preferida este plástico físicamente reticulado del material de hoja de encapsulamiento 7 y/o 8 y/o del material de hoja de la cara posterior 5 es un ionómero. El material de hoja de encapsulamiento 7 y/o 8 y/o el material de hoja de la cara posterior 5 puede estar compuesto de al menos 80 % en peso, en particular de al menos 90 % en peso, de manera preferente exclusivamente el ionómero. Es posible a este respecto también que el elemento fotovoltaico 1 presente más de una capa de un ionómero. Por ejemplo el material de hoja de encapsulamiento 7 superior puede estar compuesto de otro ionómero diferente al material de hoja de encapsulamiento 8 inferior.

15 El ionómero del material de hoja de encapsulamiento 7 y/o 8 y/o del material de hoja de la cara posterior 5 puede estar seleccionado de un grupo que comprende o se compone de (co)polímeros ionómeros de etileno y un ácido carboxílico insaturado α,β o un anhídrido de ácido carboxílico de este ácido carboxílico, en particular (co)polímeros de etileno y ácido metacrílico.

Preferentemente el ionómero contiene grupos de ácido carboxílico, que están neutralizados con iones de metal seleccionados del grupo sodio, potasio, calcio, magnesio, zinc al menos parcialmente.

20 De manera especialmente preferente el ionómero es un ionómero de zinc a base de copolímero de etileno/ ácido metacrílico, que se produce mediante copolimerización de etileno con monómeros acrílicos polares. En comparación con otros isómeros puede mejorarse con ello la adherencia a superficies de vidrio o poliamida. Por otro lado este ionómero presenta sin embargo también buenas propiedades de fluidez, una elevada resiliencia y una absorción de humedad reducida.

25 Sin embargo cabe indicar que en principio también pueden utilizarse polímeros, que pueden ablandarse mediante estimulación correspondiente y reticularse tridimensionalmente mediante el calentamiento o tras un enfriamiento posterior.

Se prefieren los polímeros, en los que la estimulación es posible mediante estimulación térmica, dado que entonces la reticulación física puede integrarse mejor en el procedimiento de laminación para la fabricación del elemento fotovoltaico 1, en particular no es necesaria ninguna etapa de procesamiento adicional para la fabricación del plástico reticulado.

30 Con respecto al procedimiento de laminación en sí se remite al estado de la técnica correspondiente.

35 Una estructura de capas posible para el elemento fotovoltaico 1 se componen en el lado exterior (capa de plástico 11) de PET (tereftalato de polietileno), que dado el caso está equipada con dióxido de titanio para una mejor resistencia a la intemperie y para la reflexión desde fuera. Adicionalmente esta capa puede estar equipada también con agente retardante de llama para una mejor resistencia a la llama. Además de PET esta capa puede estar compuesta también de polímeros de flúor, poliamidas o poliolefinas. Sobre estas y en dirección hacia las células fotovoltaicas 4 con una capa adhesiva o también a través de coextrusión está dispuesta una segunda capa PET (capa de plástico 11) para el aislamiento y sin o con estabilidad menor.

40 Una capa adicional unida a través de adhesivo o revestimiento por extrusión es una capa de lámina metálica (capa de barrera 12), en particular una capa de hoja de aluminio para una mejor barrera de la hoja y para la reflexión de la radiación solar que pasa eventualmente al lado de las células fotovoltaicas 4 que retorna a las células fotovoltaicas 4, para utilizar también esta energía. La capa de lámina metálica puede omitirse también.

45 Como siguiente capa, la capa de refuerzo de fibras está introducida o bien sobre la hoja metálica o sobre el PET con adhesivo o a través de revestimiento por extrusión. El cierre hacia adentro puede ser, dado el caso una capa de ionómero, EVA, polivinil butiral o poliolefina unida adicionalmente, mediante adhesivo o revestimiento por extrusión, que funciona como material de encapsulamiento para las células.

Un tejido de fibras adicional puede estar introducido también entre las dos capas PET, o una capa PET y una capa PVF.

50 Por ello se crea una estructura de hoja rígida, que se utiliza preferentemente como material de hoja de la cara posterior 5 en elementos fotovoltaicos 1. Mediante las propiedades termomecánicas mejoradas del material de hoja de la cara posterior 5 y el comportamiento de barrera mejorado el material de hoja de la cara posterior 5 puede utilizarse también como hoja de la cara posterior para elementos fotovoltaicos 5 flexibles. A este respecto puede conseguirse en particular una mejora del comportamiento de laminación o de la calidad del laminado.

Según una variante de realización el material de hoja de la cara posterior 5 puede estar equipado ya con el material de hoja de encapsulamiento inferior 8. Con ello se simplifica el montaje, dado que en el procedimiento (de laminación)

para la fabricación del elemento fotovoltaico debe aplicarse menos capa y por consiguiente puede reducirse el tiempo de montaje, pero también la posibilidad de cometer errores.

Para evaluar los materiales se realizaron distintas pruebas y se compararon materiales del estado de la técnica, que se utilizan en elementos fotovoltaicos 1 de este tipo.

5 Así, en la figura 2 se representa el índice de refracción n_D (ordenada) de un material de hoja de encapsulamiento 7, 8 a partir de un ionómero de zinc a base de copolímero de etileno/ ácido metacrílico (curva superior) en comparación con EVA (curva inferior) dependiendo de la temperatura (abscisa, [°C]). La medición se realizó con una longitud de onda de 589,3 nm y temperaturas de 10 °C a 70 °C.

10 Tal como puede verse de esta figura 2, el EVA en cuanto al vidrio solar, que presenta un índice de refracción de aproximadamente 1,49 a temperatura ambiente, presenta a lo largo del intervalo de temperatura contemplado un índice de refracción menor. El material de hoja de encapsulamiento 7, 8 del ionómero de zinc a este respecto, y con respecto al vidrio solar presenta un índice de refracción claramente más alto. Esto repercute favorablemente en cuanto a la reflexión de retorno anteriormente mencionada.

15 En las figuras 3 y 4 está representado el espectro de transmisión o espectro de reflexión del material de hoja de encapsulamiento 7, 8 (longitud de onda trazada en la abscisa) a partir de este ionómero. La medición se realizó mediante espectrómetros UV-VIS-NIR con esfera de Ulbricht de 150 mm. Los grados de transmisión (T) y de reflexión(R) de orientación hemisférica se dibujaron en el intervalo de longitud de onda de 250 nm a 2500 nm. La ponderación de los espectros se realizó con el espectro solar terrestre AM 1,5 en el intervalo de integración de 400 nm a 1100 nm.

20 En el intervalo de longitud de onda relevante para elementos fotovoltaicos 1 de 400 nm a 1100 nm el ionómero (curva superior en la figura 3 y curva inferior en la figura 4) presenta una transmisión de luz T de aproximadamente 90,9 % y una reflexión de luz R de aproximadamente 8,7 %, mientras que el EVA (curva inferior en la figura 3 y curva superior en la figura 4) presenta una transmisión de luz T de aproximadamente 85,8 % y una reflexión de luz R de aproximadamente 12,4 %. La absorción de luz (= 1 - T. - R) del ionómero asciende por consiguiente solo al 0,4 %
25 mientras que la del EVA 1,8 %.

Para determinar el comportamiento de envejecimiento un material de hoja de encapsulamiento 7 del ionómero se sometió a una radiación UV (Q-Sun Xe-1) (ISO 4892-2:2013). Los valores medidos de manera correspondiente se reproducen en la figura 5. En la abscisa a este respecto el tiempo está trazado en horas, en las que el material de hoja de encapsulamiento 7 estuvo sometido a radiación UV, mientras que en la ordenada, en la parte inferior de la imagen YI (YI = índice de amarillamiento según la norma ASTM D1925-70:1988) y en la parte superior de la imagen T están representados en porcentaje (grado de transmisión).
30

Tal como puede verse de la figura 5, el comportamiento de transmisión del material de hoja de encapsulamiento 7 apenas disminuye a lo largo de la duración de utilización.

35 En la figura 6 se reproducen los valores correspondientes para el material de hoja de la cara posterior 5. Se utilizó una hoja híbrida de tejido de fibra de vidrio/aluminio/PET como material de hoja de la cara posterior 5. El índice de amarillamiento (YI) se midió según la norma ASTM D1925-70 o el alargamiento de rotura según la norma ISO 527. En la abscisa de la figura 6 el tiempo a su vez está trazado en horas, en las que el material de hoja de la cara posterior estuvo sometido a la radiación UV. La ordenada muestra en la parte inferior de la imagen el alargamiento de rotura ϵ en porcentaje, y en la parte superior de la imagen el índice de amarillamiento.

40 Finalmente en las figuras 7 y 8 están representados el comportamiento de alargamiento (en la figura 7 abscisas en porcentaje) del material de hoja de la cara posterior 5 bajo tensión (en la figura 7 ordenadas [MPa]) y su comportamiento de contracción (ordenadas en la figura 8: contracción en dirección longitudinal; abscisa en la figura 8: contracción en dirección transversal; en cada caso en por ciento). La contracción se midió según la norma ISO 527 tras dos horas a 150 °C mediante patrones de hoja de 100 x 100 mm².

45 A este respecto la figura 7 muestra el comportamiento de tensión-alargamiento del ionómero (línea superior) en comparación con ICOSOLAR® 2442 (línea central) y ICOSOLAR® AAA 3554 (línea inferior). Puede distinguirse claramente que el material de hoja de la cara posterior 5 según la invención puede absorber tensiones más altas, como materiales habituales, empleados en elementos fotovoltaicos 1 para ello.

50 De la figura 8 puede verse de nuevo que el material de hoja de la cara posterior 5 según la invención (punto con las coordenadas [0, 0]) en comparación con materiales empleados habitualmente (superficie sombreada) no presenta ninguna contracción (esencial) en dirección transversal o longitudinal. La contracción insignificante en comparación con hojas de cara posterior de plástico utilizadas habitualmente caracteriza el material de hoja de la cara posterior 5 de acuerdo con la invención. Por ello resultan claras ventajas en la manipulación y la laminación de los módulos PV.

55 Los ejemplos de realización muestran o describen posibles variantes de realización del elemento fotovoltaico 1, en donde en este punto cabe señalar que también son posibles combinaciones diversas de las variantes de realización individuales entre sí.

Para concluir en orden cabe indicar que con el fin de entender mejor la estructura del elemento fotovoltaico 1 este o sus componentes no se han representado a escala y/o se han representado en aumento y/o en disminución.

Relación de referencias

- 5 1 elemento fotovoltaico
- 2 elemento de cubierta
- 3 elemento de encapsulamiento
- 4 célula fotovoltaica
- 5 material de hoja de la cara posterior
- 6 marco
- 10 7 material de hoja de encapsulamiento
- 8 material de hoja de encapsulamiento
- 9 capa de plástico
- 10 refuerzo de fibras
- 11 capa de plástico
- 15 12 capa de barrera

REIVINDICACIONES

- 5 1. Elemento fotovoltaico (1) que comprende un material de hoja de encapsulamiento superior (7) y un material de hoja de encapsulamiento inferior (8), en donde entre los materiales de hoja de encapsulamiento superior e inferior (7, 8) están encapsuladas células fotovoltaicas (4), así como un material de hoja de la cara posterior (5), que en la posición de inserción del elemento fotovoltaico (1) está dispuesto por debajo del material de hoja de encapsulamiento inferior (8), en donde el material de hoja de la cara posterior (5) está formado por una hoja compuesta, que comprende al menos una capa de plástico (9) y al menos un refuerzo de fibras (10), **caracterizado porque** la hoja compuesta del material de hoja de la cara posterior (5) contiene al menos una capa de barrera (12), que está formada por al menos una hoja metálica.
- 10 2. Elemento fotovoltaico (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la hoja compuesta del material de hoja de la cara posterior (5) presenta al menos una primera capa de plástico externa (9) y al menos una segunda capa de plástico interna (11), en donde la segunda capa de plástico interna (11) está menos estabilizada que la primera capa de plástico externa (9).
- 15 3. Elemento fotovoltaico (1) según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la capa de barrera (12) está formada por una hoja de aluminio.
4. Elemento fotovoltaico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la hoja compuesta del material de hoja de la cara posterior (5) presenta una capa de un plástico físicamente reticulado.
5. Elemento fotovoltaico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el plástico físicamente reticulado del material de hoja de encapsulamiento (7, 8) es un ionómero.
- 20 6. Elemento fotovoltaico (1) según las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado porque** el plástico físicamente reticulado del material de hoja de la cara posterior (5) es un ionómero.
7. Elemento fotovoltaico (1) según las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado porque** el ionómero es un ionómero de zinc a base de copolímero de etileno/ácido metacrílico.
- 25 8. Elemento fotovoltaico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** cada una de las capas individuales del material de hoja de encapsulamiento (7, 8) y/o del material de hoja de la cara posterior (5) están unidas entre sí con un adhesivo.
9. Elemento fotovoltaico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el refuerzo de fibras (10) consta de al menos el 80 % en peso de fibras de vidrio.
- 30 10. Elemento fotovoltaico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** el refuerzo de fibras (10) está formado por un tejido.
11. Elemento fotovoltaico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** una capa que se compone del refuerzo de fibras (10) presenta un peso por unidad de superficie de entre 100 g/m² y 250 g/m².
- 35 12. Elemento fotovoltaico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** al menos uno de los dos materiales de hoja incrustada (7, 8) presenta un plástico reticulado físicamente.

Fig.1

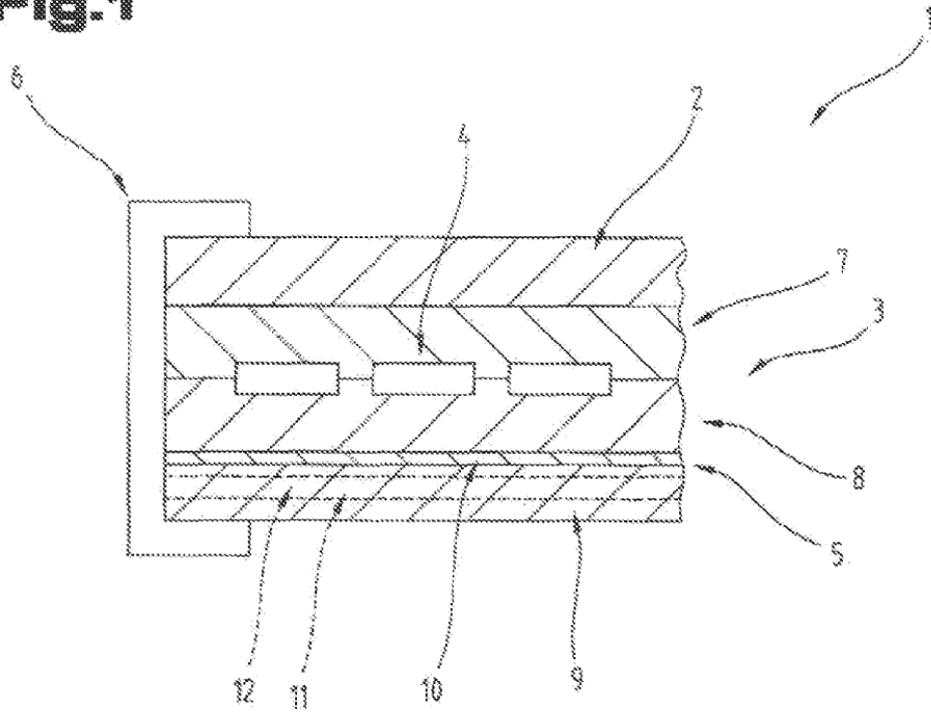


Fig.2

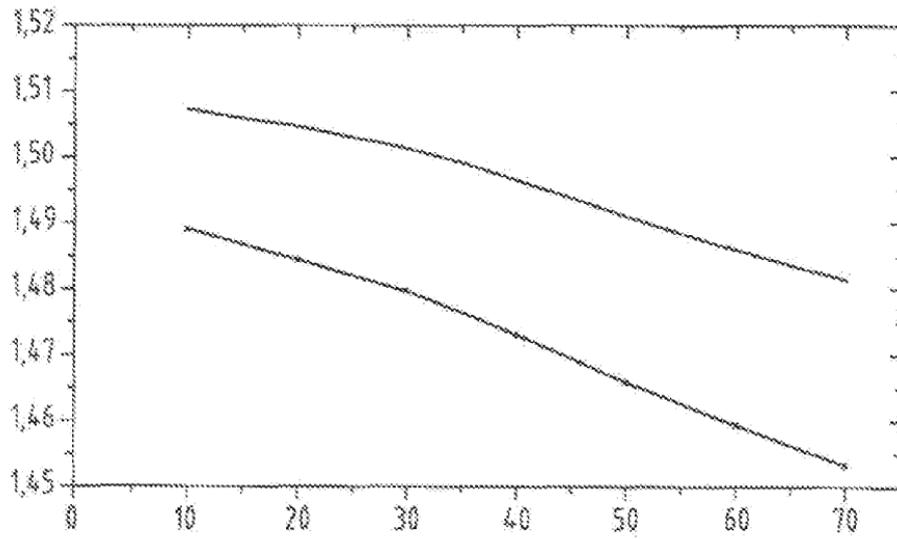


Fig.3

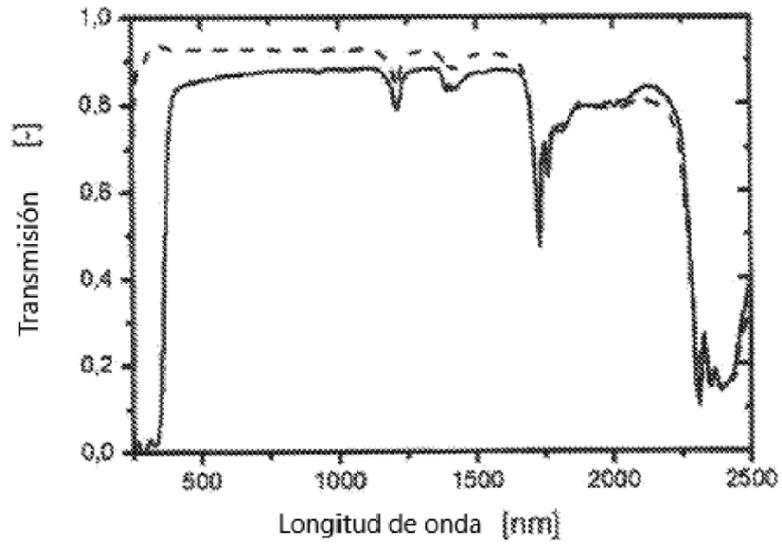


Fig.4

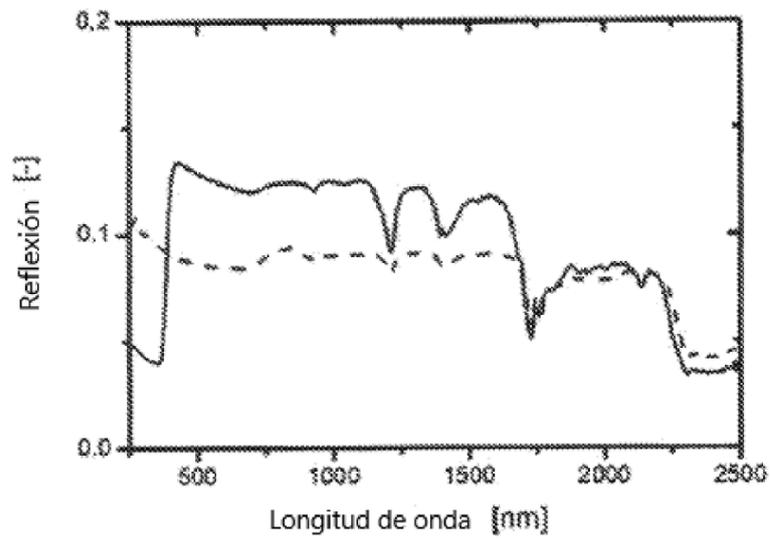


Fig.5

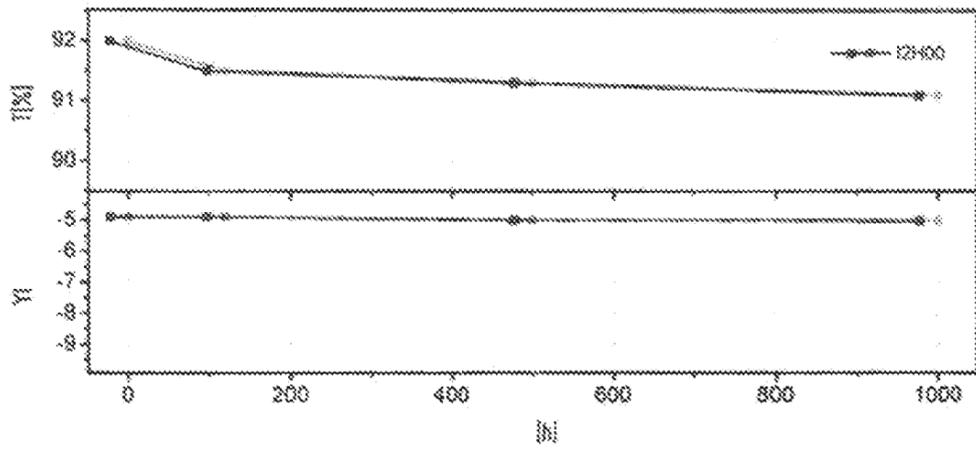


Fig.6

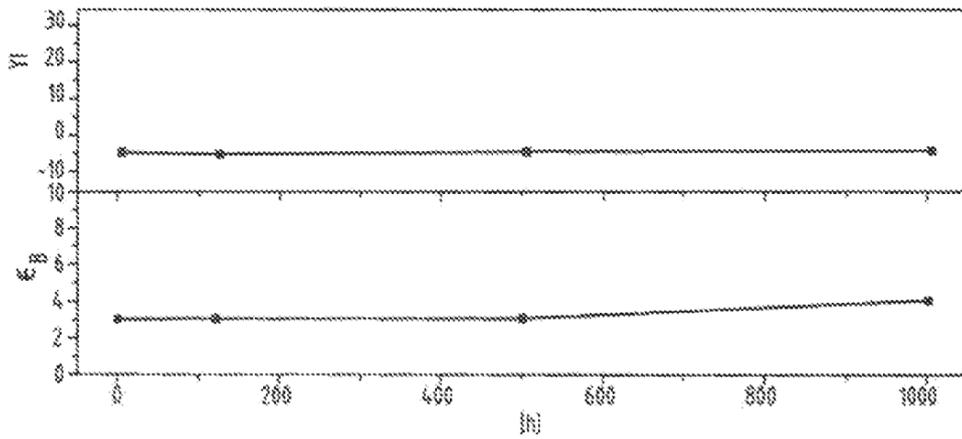


Fig.7

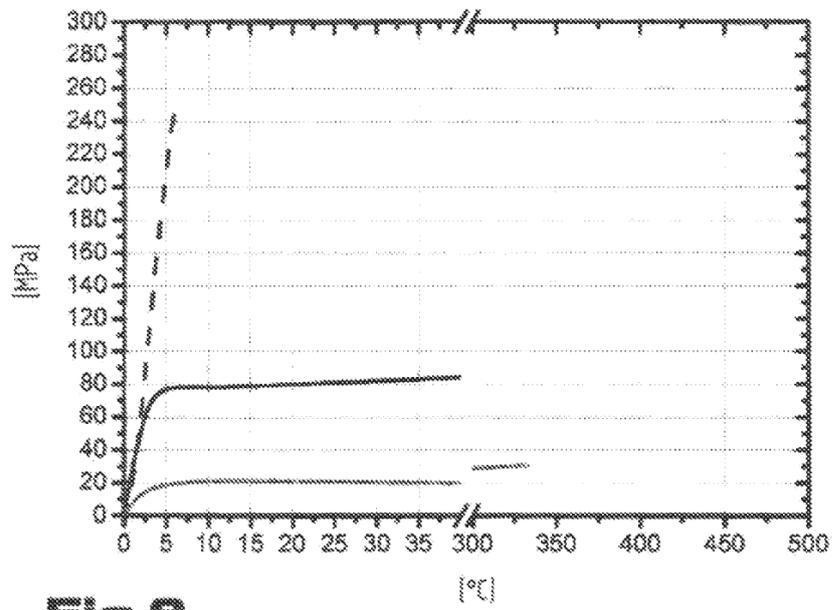


Fig.8

