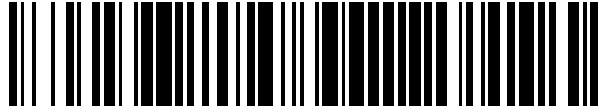


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 947**

51 Int. Cl.:

H01G 9/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2009 PCT/EP2009/007076**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2010 WO10037554**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2009 E 09778807 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018 EP 2345051**

54 Título: **Un procedimiento de fabricación de un dispositivo fotovoltaico, un producto intermedio de fabricación y un dispositivo fotovoltaico**

30 Prioridad:

**02.10.2008 EP 08017371
17.12.2008 EP 08021909**

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

07.11.2018

73 Titular/es:

**SWANSEA UNIVERSITY (100.0%)
School of Engineering, Singleton Park
Swansea SA2 8PP, GB**

72 Inventor/es:

**WIJDEKOP, MAARTEN y
ENGLISH, TIMOTHY, HAROLD**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 688 947 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

Un procedimiento de fabricación de un dispositivo fotovoltaico, un producto intermedio de fabricación y un dispositivo fotovoltaico

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un dispositivo fotovoltaico, a un producto de fabricación intermedio y a un dispositivo fotovoltaico como tal.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los dispositivos fotovoltaicos (FV) y los procedimientos de fabricación de los mismos son bien conocidos en la técnica. Un dispositivo fotovoltaico o célula solar convierte la luz directamente en electricidad utilizando el efecto de separación de carga en las uniones entre los materiales semiconductores y absorbentes de la luz. En general, un dispositivo fotovoltaico comprende un sustrato de soporte, que está aislado de un electrodo posterior. El electrodo posterior está en contacto eléctrico con una capa de absorción FV activa, que absorbe parte de la luz incidente y la transforma en electricidad. En la parte superior, la capa de absorción FV está en contacto eléctrico con un electrodo delantero transparente, que generalmente está cubierto con un material transparente que puede ser vidrio o una película de plástico.

Los dispositivos fotovoltaicos se pueden clasificar, dependiendo de la naturaleza del material o los materiales semiconductores usados. Los dispositivos fotovoltaicos clásicos, disponibles desde la década de 1950, se basan en la tecnología de silicio cristalino, aplicada a sustratos de vidrio. Más recientemente, se han desarrollado tecnologías FV de película delgada como silicio amorfo (a-Si), seleniuro de cobre, indio y galio (CIGS) y telururo de cadmio (CdTe), que dieron lugar a formas más económicas de fabricación de células solares.

Los dispositivos fotovoltaicos de tercera generación u "orgánicos" que surgieron en la década de 1990 usan materiales de bajo coste en sustratos de soporte flexibles como láminas de plástico o metal. Las células solares sensibilizadas con colorante (DSC) entran en esta categoría y se basan en nanopartículas de óxido de titanio (TiO₂) impregnado con un tinte absorbente de la luz. DSC es la tecnología más avanzada de este tipo. Otras tecnologías FV de tercera generación se basan en semiconductores orgánicos o basados en polímeros. Los procedimientos de fabricación FV de tercera generación suelen ser relativamente sencillos y de alta velocidad.

Las células DSC, también llamadas células Grätzel, son una tecnología basada en materiales de bajo coste que se pueden aplicar a sustratos de soporte flexibles como una tira metálica o una lámina de plástico en un procedimiento continuo de producción en línea. En un procedimiento tradicional de fabricación por lotes para DSC, se proporciona un sustrato transparente como vidrio con una capa conductora transparente para formar un electrodo delantero o de "ventana" transparente. A continuación, se deposita una capa delgada de un semiconductor poroso, como TiO₂, en esta capa conductora. La capa semiconductor porosa debe sinterizarse a 350-550°C para lograr una buena interconectividad eléctrica entre las partículas semiconductoras, y entre las partículas semiconductoras y la capa conductora de la célula. Un colorante adecuado es absorbido en el semiconductor poroso; y el sustrato de soporte con la capa conductora y el semiconductor sensibilizado con colorante forma el electrodo de trabajo. A continuación, se deposita un electrolito que se difunde en los poros y forma una película delgada en la parte superior del electrodo de trabajo.

El contraelectrodo puede estar basado en un sustrato de vidrio o en un sustrato de soporte metálico, y se produce por separado. Esta parte comprende un conductor eléctrico depositado sobre el sustrato y una capa molecular de un catalizador que podría ser de platino (Pt) o carbono (C) depositado en el conductor eléctrico, lo que promueve la transferencia de electrones desde el conductor al electrolito. El electrodo de trabajo y el contraelectrodo están montados y sellados para evitar fugas en el electrolito. Para que la célula funcione, tanto el electrodo de trabajo como el contraelectrodo deben estar en contacto físico con el electrolito. La mayoría del trabajo de investigación y desarrollo en DSC implica a células producidas por lotes con un electrodo de ventana hecho de vidrio.

El DSC puede estar interconectado en un módulo para generar una tensión de salida útil para la cual la capa conductora del DSC debe ser interrumpida. Cuando se utilizan sustratos de soporte metálico, se requiere una capa aislante para aislar eléctricamente el metal. Esta capa aislante funciona también para separar químicamente el sustrato de soporte metálico del electrolito, reduciendo así la degradación reactiva.

En el documento US 2005/0274412 A1 se describe una célula solar sensibilizada con colorante flexible que comprende una película delgada aislante dispuesta entre un sustrato conductor flexible y una película delgada conductora. La película aislante comprende un material inorgánico tal como SiO_x, que se usa para separar el electrolito del sustrato conductor y mejorar la estabilidad y la eficiencia de conversión de energía de la célula. En una célula solar de este tipo, la capa eléctricamente aislante comprende materiales inorgánicos tales como sílice, que se aplican tradicionalmente por pulverización catódica, es decir, los materiales se depositan al vacío y a temperaturas elevadas. Dichos procedimientos basados en vacío limitan normalmente la fabricación de células solares

sensibilizadas con colorante de acuerdo con el documento US 2005/0274412 A1 para un procedimiento por lotes, ya que son difíciles de implementar en una línea de producción continua.

5 La capa eléctricamente aislante no debe descomponerse a la tensión máxima de la célula. La tensión real dependerá de la cantidad de células conectadas en serie, que a su vez está determinada por una tensión de inversor. Una tensión de c.c. típica sería 24-50 V. El mantenimiento del aislamiento para tensiones en este intervalo se puede demostrar utilizando un equipo de detección de poros disponible en el mercado, como el suministrado por Elcometer.

10 Las capas conductoras son generalmente óxidos metálicos o conductores, que también se depositan utilizando tecnologías basadas en vacío y pueden implicar pulverización catódica. Se ha descubierto que las capas inorgánicas sometidas a pulverización catódica como alúmina, sílice u óxidos conductores pueden sufrir daños tales como agrietamiento o deslaminación del sustrato de soporte metálico durante las etapas de fabricación posteriores. Además, la durabilidad, la flexibilidad y la conformabilidad de un sustrato de soporte metálico con capas inorgánicas
15 pueden reducirse y, en cambio, se caracterizan por su rigidez y fragilidad intrínsecas. Además, el coste relativamente alto de las materias primas y la costosa operación del equipo de procesamiento de vacío se suman al costo del producto final.

20 Un objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento de fabricación de un dispositivo fotovoltaico, de manera que las desventajas mencionadas anteriormente se reduzcan o eliminen. Otro objetivo de la invención es proporcionar dicho procedimiento de fabricación que pueda llevarse a cabo de forma continua.

Otro objetivo de la invención es proporcionar el diseño de un dispositivo fotovoltaico basado en un sustrato de soporte metálico.

25 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un producto intermedio basado en un sustrato de soporte metálico, que sea útil para fabricar un dispositivo fotovoltaico.

RESUMEN DE LA INVENCION

30 De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento para fabricar un dispositivo fotovoltaico como se define en la reivindicación 1, así como un dispositivo fotovoltaico como se define en la reivindicación 9 y un producto intermedio de acuerdo con la reivindicación 12.

35 El procedimiento de acuerdo con la invención comprende una primera etapa de suministro de un sustrato de soporte metálico. Un ejemplo adecuado de un sustrato de soporte metálico es una tira de acero. Se proporciona una capa orgánica eléctricamente aislante que tiene propiedades de barrera para evitar cortocircuitos y la difusión de átomos de metal desde el sustrato de soporte metálico al electrolito. Además de sus propiedades de barrera y de aislamiento eléctrico, la capa orgánica eléctricamente aislante es resistente a las altas temperaturas usadas en
40 etapas de procesamiento adicionales de acuerdo con la invención. Esta capa está hecha de un material que es resistente a temperaturas en el intervalo de 200°C a 600°C, como se explicará a continuación en la presente memoria. La primera capa eléctricamente conductora también está hecha de un material resistente a altas temperaturas. La resistividad a alta temperatura de estas capas permitiría el uso de las etapas de procesamiento a alta temperatura que se requieren para obtener las propiedades óptimas de la capa semiconductora, por ejemplo, la
45 sinterización de partículas de TiO₂ para obtener una estructura porosa como en el caso de una célula solar sensibilizada con colorante, o cuando se usan procedimientos PVD/CVD a alta temperatura tales como CIGS, a-Si o deposición de CdTe. El diseño de acuerdo con la invención permite el uso de una película de polímero transparente flexible que lleva una capa conductora transparente que funciona como el "electrodo de ventana" y está en la parte superior de la capa de absorción fotovoltaica. La película de polímero transparente se puede fabricar por separado y
50 a continuación combinarse con el electrodo de trabajo en una fase posterior del procedimiento de producción, de manera que no se someta a las altas temperaturas al sinterizar las partículas de TiO₂. Una ventaja adicional es que una película de polímero es más fácil de incorporar en un procedimiento de fabricación continuo de bobina a bobina que la alternativa del vidrio.

55 La invención permite la producción continua de DSC flexible sobre acero, donde se usan películas de polímero conductoras transparentes sensibles a la temperatura como el electrodo de "ventana". No se puede usar un electrodo de ventana basado en una película de polímero como electrodo de trabajo, debido a la alta temperatura (aproximadamente 500°C) de sinterización de TiO₂ necesaria para lograr una buena interconectividad eléctrica entre las partículas de semiconductores, y entre las partículas de semiconductores y el contacto posterior de la célula, lo
60 que conduciría a la degradación térmica de la película de polímero. La sinterización del TiO₂ sobre el electrodo "posterior" en lugar del electrodo "delantero" o "ventana" da como resultado un diseño "inverso" de la capa fotoactiva con respecto al diseño descrito anteriormente de un dispositivo obtenido por el procedimiento por lotes. En un diseño inverso, la luz entra a través del contraelectrodo y sigue camino a través del electrolito antes de ser absorbida por el colorante.

65 En este diseño inverso, el electrodo de trabajo es llevado por un sustrato de soporte metálico; se proporciona una

capa orgánica eléctricamente aislante en este soporte metálico, y se proporciona un conductor eléctrico en la parte superior de la capa orgánica eléctricamente aislante, que funcionará como contacto posterior.

En este caso, el término "un material resistente a altas temperaturas" significa un material que puede resistir la temperatura usada en las etapas de fabricación posteriores en el curso de la duración de dichas etapas. Como la capa orgánica eléctricamente aislante y la primera capa conductora no tienen que mostrar transparencia, a diferencia de la capa conductora en el electrodo delantero, hay más libertad para seleccionar materiales adecuados resistentes a altas temperaturas. Por lo tanto, es aceptable un ligero deterioro de las capas sobre el sustrato de soporte metálico tras la exposición a altas temperaturas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Los metales en tiras como el acero y el aluminio son muy adecuados como sustratos de soporte para capas de FV flexibles porque ambos metales en tiras se pueden aplicar en un procedimiento en línea continuo. Si la superficie debe dividirse en células que están conectadas en serie, el sustrato de soporte metálico debe estar aislado eléctricamente de las capas FV. De acuerdo con la invención, para este fin se usa un material tal como un recubrimiento orgánico, que es resistente a las altas temperaturas de las etapas de procesamiento posteriores asociadas con la deposición de capas FV adicionales. Sobre la parte superior de esta capa orgánica eléctricamente aislante se debe depositar una capa conductora que funcione como el contacto posterior del sistema FV.

Esta primera capa conductora, también llamada contacto posterior, está situada entre el absorbente FV y la capa orgánica eléctricamente aislante sobre el sustrato de soporte metálico, y comprende un material resistente a altas temperaturas. Esta capa puede, aunque no necesariamente, ser depositada por un procedimiento de vapor o pulverización catódica. Los ejemplos que no forman parte de la invención comprenden óxidos conductores, tales como óxido de estaño dopado con flúor ($\text{SnO}_2: \text{F}$), óxido de estaño dopado con indio (ITO), óxido de cinc (ZnO), titanio (Ti) y nitruro de titanio (TiN). Las pinturas que comprenden partículas metálicas interconectadas o intrínsecamente conductoras se usan en la invención como una primera capa conductora. El recubrimiento con rodillo, el raspado con cuchilla, la impresión y las extrusiones son ejemplos de procedimientos útiles para aplicar pinturas y polímeros conductores.

En vista de las altas temperaturas requeridas para obtener partículas de TiO_2 eléctricamente interconectadas con un área superficial alta, las DSC sin duda se beneficiarán de la invención. Otras tecnologías FV que se pueden aplicar en áreas superficiales grandes en procedimientos continuos incluyen células solares orgánicas/poliméricas, CIGS o CdTe, que también se beneficiarán de la invención.

La segunda capa conductora, también llamada contacto delantero, está situada entre la capa de absorbente FV y el material de contraelectrodo transparente, y puede estar hecha de los mismos materiales que la primera capa conductora, siempre que la capa sea transparente. Las películas transparentes tales como lámina de tereftalato de polietileno (PET), naftalato de polietileno (PEN), polipropileno (PP), policarbonato (PC) o poliimida que llevan un óxido conductor transparente como se menciona anteriormente se usan para un contraelectrodo flexible. Si es necesario, la conductividad de la capa de óxido conductor transparente puede mejorarse proporcionando portadores de corriente y barras colectoras. Normalmente, el laminado conductor transparente se fabrica por separado y a continuación se conecta y se adhiere a la capa de absorción FV en el sustrato de soporte.

El procedimiento de acuerdo con la invención se lleva a cabo preferentemente en un procedimiento en línea continuo, donde la capa orgánica eléctricamente aislante, que es un material resistente a altas temperaturas, y la primera capa conductora se aplican en secuencia al sustrato de soporte metálico. La capa fotovoltaica activa se aplica en la misma línea de procedimiento, seguido por la aplicación en línea de la película conductora transparente mencionada anteriormente.

La invención también se dirige a un producto intermedio para fabricar un dispositivo fotovoltaico como se define en la reivindicación 9 que comprende un sustrato de soporte metálico, preferentemente una tira metálica, una capa orgánica eléctricamente aislante y una primera capa conductora en la parte superior de la capa orgánica eléctricamente aislante. Este producto intermedio se puede fabricar fácilmente en un procedimiento continuo en línea usando técnicas como se describe anteriormente. Opcionalmente, el producto intermedio también puede incluir la capa de absorbente FV, en particular una capa semiconductor porosa como TiO_2 .

Como los diversos procedimientos de aplicación pueden requerir diferentes circunstancias y tiempos de procesamiento, una separación de todo el procedimiento en una serie de etapas que tengan más o menos la misma duración aumentaría la flexibilidad general del procedimiento.

La invención también se refiere a un dispositivo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende un sustrato de soporte metálico, una capa eléctricamente aislante que tiene propiedades de barrera que comprende un material resistente a altas temperaturas, que es un material orgánico depositado sobre el sustrato de soporte metálico, una primera capa eléctricamente conductora de un material resistente a altas temperaturas, una capa de absorbente FV que comprende un material semiconductor sensibilizado con colorante que está en contacto con la

primera capa eléctricamente conductora y una segunda capa transparente eléctricamente conductora en contacto con la capa de absorbente FV.

Las realizaciones preferidas descritas en la presente memoria anteriormente con respecto al procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención son igualmente aplicables al producto intermedio y al dispositivo fotovoltaico de acuerdo con la invención.

En la figura 1, una realización de un dispositivo fotovoltaico de acuerdo con la invención está indicada en su totalidad por el número de referencia (10). El dispositivo (10) tiene un sustrato de soporte metálico (12), que ha sido recubierto con una capa de recubrimiento orgánica eléctricamente aislante (14) que tiene propiedades de barrera, así como resistencia a altas temperaturas. Un contacto posterior del dispositivo fotovoltaico (10) está formado por una capa conductora (16), que es una pintura que comprende partículas metálicas conductoras. Una capa de absorbente FV (18), que posiblemente puede ser TiO_2 sensibilizado con colorante, está en contacto eléctrico con el contacto posterior (16). Juntas, estas dos capas forman el electrodo de trabajo. Posteriormente, el material semiconductor puede someterse a un procedimiento de alta temperatura (200-600°C), tal como la sinterización de partículas de TiO_2 seguida por la absorción de un colorante adecuado para formar la capa de absorbente FV (18);

Alternativamente, la capa de absorbente FV (18) puede proporcionarse mediante deposición PVD/CVD de otros sistemas inorgánicos tales como CIGS, CdTe o a-Si. Se puede haber aplicado un catalizador adecuado como Pt a la capa conductora de contacto posterior (16).

El conjunto (20) que consiste en estas capas funcionales es un producto semiacabado. De forma separada, se ha fabricado un laminado transparente (22) que comprende una película de polímero transparente (24) y un conductor transparente (26). El conjunto (20) y la película (22) se reúnen, se interconectan apropiadamente y a continuación se sellan conjuntamente.

En el caso de una célula DSC, se deposita un electrolito adecuado justo antes de que tenga lugar el procedimiento de sellado, y se encapsula entre el conjunto (20) y el laminado (22).

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 muestra el producto DSC de acuerdo con la invención.

La Fig. 2 muestra trazados de voltametría cíclica para polímeros resistentes a la temperatura antes y después del calentamiento a 500°C.

PRÁCTICA EXPERIMENTAL

La capa aislante tiene propiedades multifuncionales ya que debe unirse al sustrato y mantener la flexibilidad y robustez. Sin embargo, para su aplicación en una instalación fotovoltaica, también debe mostrar dos funciones importantes:

- aislamiento eléctrico entre las células FV y el soporte metálico

-en DSC, evitar la degradación reactiva del metal por el electrolito que contiene yodo/triyoduro; esta propiedad se debe mantener incluso después de la exposición del revestimiento al tratamiento térmico necesario para sinterizar las partículas de TiO_2 .

Un requisito para la capa eléctricamente aislante es que el recubrimiento no debe descomponerse a la tensión máxima de la célula.

El electrolito contiene iones triyoduro y moléculas de yodo, los cuales son capaces de oxidar o corroer el soporte de acero. Por lo tanto, las propiedades de barrera de la capa eléctricamente aislante deberían evitar la degradación reactiva e impedir la eliminación de los componentes de yodo del electrolito, lo que en última instancia comprometería la actividad y la eficiencia de la célula DSC. Una técnica para medir la actividad a través de la capa aislante es la voltametría cíclica, que mide el flujo de corriente por unidad de área usando un potencióstato. Un potencióstato es un dispositivo de control y medición que mantiene el potencial del electrodo de trabajo a un nivel constante con respecto al electrodo de referencia en una célula electroquímica. Consiste en un circuito eléctrico que controla el potencial a través de la célula detectando cambios en su resistencia, variando en consecuencia la corriente suministrada al sistema: una resistencia más alta dará como resultado una menor corriente, mientras que una resistencia menor producirá una corriente incrementada, para mantener la tensión constante.

El flujo de corriente que se mide con este procedimiento es una medida efectiva del consumo de los componentes de yodo del electrolito, sin el cual la célula dejaría de funcionar. Para una concentración típica de triyoduro milimolar en el electrolito, se ha establecido que las densidades de corriente VC deben ser iguales o inferiores a 0,15 nA/cm² para garantizar una vida útil del producto de 25 años para una célula DSC. Cuando las densidades de corriente que

fluyen a través de la capa aislante están por encima de este valor, se puede demostrar que la concentración de iones yoduro, que actúan como soportes de carga en el electrolito, disminuirá en la medida en que la DSC dejará de funcionar efectivamente antes del final de su vida útil de 25 años. Se muestra un ejemplo de dicho rendimiento para un polímero resistente a la temperatura que lleva silicio. Para realizar el experimento VC se usaron las siguientes 5 condiciones:

·Se usaron potenciostatos comerciales de Solartron tipo 1287 y 1280B. Se empleó una disposición estándar de tres electrodos con el material sometido a prueba formando el electrodo de trabajo y un electrodo de platino formando el contraelectrodo con un electrodo de Ag/AgCl en una solución saturada de KCl que actúa como referencia.

10

·Velocidad de barrido 10 mV/s

·Tensión de barrido de 0 a 1 V, a -0,5 V, a 0 V.

15 ·Solución de prueba de solución de NaCl 1 M

·Área de la célula de aproximadamente 5 cm². Esta área se eligió por conveniencia, ya que las muestras probadas eran pequeñas y se usó un tubo de 25 mm de diámetro interno para definir las paredes de las células con la muestra sometida a prueba formando la base de la célula de prueba.

20

El trazado de VC en la figura 2 muestra claramente densidades de corriente de aproximadamente 0,1 nA/cm² antes del tratamiento térmico y densidades de corriente más bajas de aproximadamente 0,02-0,03 nA/cm² después del tratamiento térmico a 500°C; de esto puede deducirse que el polímero resistente a la temperatura con soporte de silicio sometido a prueba es un candidato adecuado para actuar como capa aislante orgánica de una célula DSC en

25

un sustrato de soporte de acero.

Ventajosamente, la resistividad de la capa eléctricamente aislante después de la etapa de suministro de una capa de absorbente fotovoltaico que comprende un material semiconductor sensibilizado con colorante sobre la primera capa eléctricamente aislante produce una densidad de corriente inferior a 0,15 nA/cm², como se mide por el experimento 30 VC. Dicho valor asegurará que los componentes activos en el electrolito no se consumen durante la vida útil de dicho dispositivo fotovoltaico.

30

Una propiedad crítica de la primera capa eléctricamente conductora es su resistencia laminar, que es una medida de la resistencia eléctrica de las películas delgadas que tienen un grosor uniforme. La resistencia laminar se puede 35 expresar en 'ohmios por cuadrado'; este valor proporciona la resistencia en ohmios de corriente que pasa de un lado de una región cuadrada en la película delgada conductora al lado opuesto, independientemente del tamaño del cuadrado.

35

Ventajosamente, la resistencia laminar de la primera capa eléctricamente conductora después de la etapa de 40 suministro de una capa de absorbente fotovoltaico que comprende un material semiconductor sensibilizado con colorante sobre la capa eléctricamente conductora igual o inferior a 15 ohmios por cuadrado minimiza las pérdidas resistivas dentro de la célula. Más preferentemente, el valor de resistencia laminar de la primera capa eléctricamente conductora después del tratamiento térmico es igual o inferior a su valor original.

40

45 Cuando se usan recubrimientos orgánicos para aislar DSC de sustratos de soporte metálico se prefieren los siguientes materiales;

·Poliimididas/poliamididas; se aplican con grosores de recubrimiento de decenas de micrómetros y se usan de forma rutinaria para aplicaciones de alta temperatura.

50

·De manera similar, pinturas a base de silicona, también aplicadas en decenas de micrómetros y también capaces de soportar altas temperaturas

·Soles-geles, aplicados en capas delgadas (pocos micrómetros), pero que se ha demostrado que mejoran las 55 propiedades aislantes cuando se combinan con poliimididas/amidas y pinturas a base de silicona.

55

·Poliesteresulfonas (PES), normalmente usadas para aplicaciones tales como los escapes de automóviles, que tienen buena resistencia a los productos químicos y las altas temperaturas.

60

·Polímeros polifluorados como (poli)tetrafluoroetilenos (PTFE; ETFE); usados para aplicaciones en horno.

Se ha demostrado que las capas de estos materiales permiten el procesamiento a alta temperatura, en particular, tratamientos térmicos para lograr una alta eficiencia entre 200°C y 600°C, que se requieren para la deposición de 65 semiconductores de película delgada como CIGS, CIS, CdTe y TiO₂ para células DSC. La funcionalización de sustratos de soporte metálico con capas orgánicas ofrece una mayor flexibilidad y facilidad de manipulación/modificación para obtener un producto intermedio rentable económicamente, que posee propiedades

65

deseables para su uso en un dispositivo FV. Estos materiales se pueden aplicar usando técnicas como recubrimiento con rodillo, raspado con cuchilla, recubrimiento por pulverización, impresión, extrusión y laminación.

5 El límite superior de temperatura de 600°C se basa en la transición de fase de anatasa a rutilo de TiO_2 , mientras que el límite inferior de temperatura se basa en las temperaturas máximas de procesamiento de los polímeros básicos como PEN; si las temperaturas de procesamiento de las tecnologías FV flexibles están por debajo de 200°C, pueden depositarse directamente en PEN y el "diseño inverso" tal como se usa en la invención no es ventajoso porque la luz solar tiene que recorrer un mayor camino para alcanzar la capa de absorción FV.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación de un dispositivo fotovoltaico (10), que comprende las etapas de:
- 5 • suministro un sustrato de soporte metálico (12),
 - suministro de una capa orgánica eléctricamente aislante (14) que tiene propiedades de barrera sobre dicho sustrato de soporte metálico (12),
 - suministro de una primera capa eléctricamente conductora (16) sobre la capa eléctricamente aislante (14),
 - suministro de una capa de absorbente fotovoltaico (18) que comprende un material semiconductor en la capa
- 10 eléctricamente conductora (16),
- suministro de una segunda capa conductora transparente (26) sobre la capa fotovoltaica (18);
- donde al menos la capa eléctricamente aislante (14) y la primera capa eléctricamente conductora (16) comprenden un material resistente a altas temperaturas en el intervalo de 200 grados Celsius a 600 grados Celsius,
- 15 **caracterizado porque** la primera capa eléctricamente conductora (16) comprende pintura, comprendiendo la pintura partículas metálicas interconectadas o un polímero intrínsecamente conductor.
2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, donde la capa eléctricamente aislante (14) tiene una resistividad que produce una densidad de corriente igual o inferior a $0,15 \text{ nA/cm}^2$ durante la prueba de
- 20 voltametría cíclica antes de proporcionar la capa de absorbente FV.
3. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde la primera capa eléctricamente conductora tiene una resistencia de lámina igual o inferior a 15 ohmios por cuadrado antes de proporcionar una capa absorbente FV.
- 25
4. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde la resistividad de la capa eléctricamente aislante después de la etapa de suministro de la capa de absorbente fotovoltaico (18) sobre la primera capa eléctricamente conductora (16) mantiene un valor igual o inferior a $0,15 \text{ nA/cm}^2$ cuando se somete a la prueba de CV.
- 30
5. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde la resistencia de la primera capa eléctricamente conductora después de la etapa de suministro de una capa de absorbente fotovoltaico (18) sobre la capa eléctricamente conductora (16) se mantiene a un valor igual o inferior a 15 ohmios por cuadrado.
- 35
6. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde la etapa de suministro de una capa de absorbente fotovoltaico se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 200 grados C a aproximadamente 600 grados C.
7. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde la etapa de
- 40 suministro de una capa de absorbente fotovoltaico (18) comprende la deposición de un material semiconductor de nanopartículas, que se somete a un procedimiento de sinterización de 350-550 grados C para obtener una estructura porosa y una buena conectividad eléctrica entre las partículas, seguido de la absorción de un colorante absorbente de la luz en la estructura semiconductor porosa interconectada.
- 45
8. Un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, donde se fabrica un conjunto (20) del sustrato de soporte metálico (12), la capa eléctricamente aislante (14), la primera capa conductora (16) y la capa de absorbente fotovoltaico (18), así como una película transparente (22) que comprende una lámina transparente (24) que lleva la segunda capa conductora transparente (26) y opcionalmente un catalizador, seguido por el ensamblaje del conjunto (20) y la película (22) conjuntamente.
- 50
9. Un producto intermedio para fabricar un dispositivo fotovoltaico, que comprende un sustrato de soporte metálico (12), una capa eléctricamente aislante (14) que tiene propiedades de barrera sobre dicho sustrato de soporte metálico (12) y una primera capa conductora (16) en la parte superior de la capa eléctricamente aislante (14) donde al menos la capa eléctricamente aislante es un material orgánico (14) y la capa eléctricamente aislante y
- 55 la primera capa eléctricamente conductora (16) comprenden un material resistente a altas temperaturas en el intervalo de 200 grados Celsius a 600 grados Celsius, **caracterizado porque** la primera capa conductora (16) comprende pintura, comprendiendo la pintura partículas metálicas interconectadas o un polímero intrínsecamente conductor.
- 60
10. Un producto intermedio de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además una capa de absorbente fotovoltaico (18).
11. Un producto intermedio o un dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 9 a 10, donde la capa de absorbente fotovoltaico (18) comprende un material semiconductor sinterizado
- 65 en una estructura porosa, que ha sido sensibilizado por un colorante.

12. Un dispositivo fotovoltaico (10), que comprende:

- un sustrato de soporte metálico (12);
- una capa orgánica eléctricamente aislante (14) que tiene propiedades de barrera que comprende un material
5 resistente a altas temperaturas en el intervalo de 200 grados Celsius a 600 grados Celsius sobre el sustrato de soporte metálico (12);
- una primera capa eléctricamente conductora (16) de un material resistente a altas temperaturas en el intervalo de 200 grados Celsius a 600 grados Celsius y que comprende una pintura, comprendiendo la pintura partículas metálicas interconectadas o un polímero intrínsecamente conductor;
- 10 • una capa de absorbente fotovoltaico (18) que comprende un material semiconductor que está en contacto con la primera capa eléctricamente conductora (16), una segunda capa conductora transparente (26) sobre la capa fotovoltaica (18).

13. Un dispositivo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además un catalizador
15 depositado en la segunda capa eléctricamente conductora (26) que promueve la transferencia de electrones desde el contraelectrodo a los portadores de carga en el electrolito.

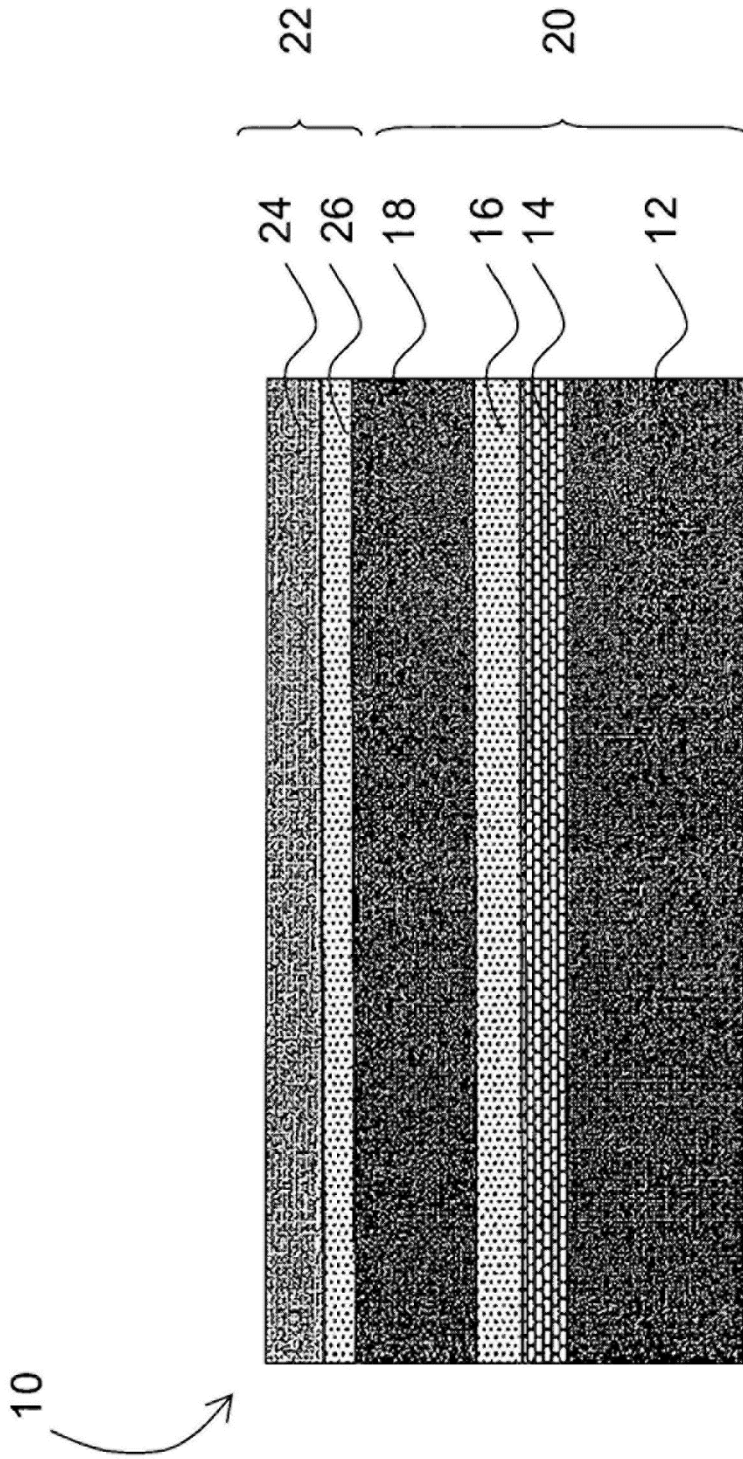


Fig. 1

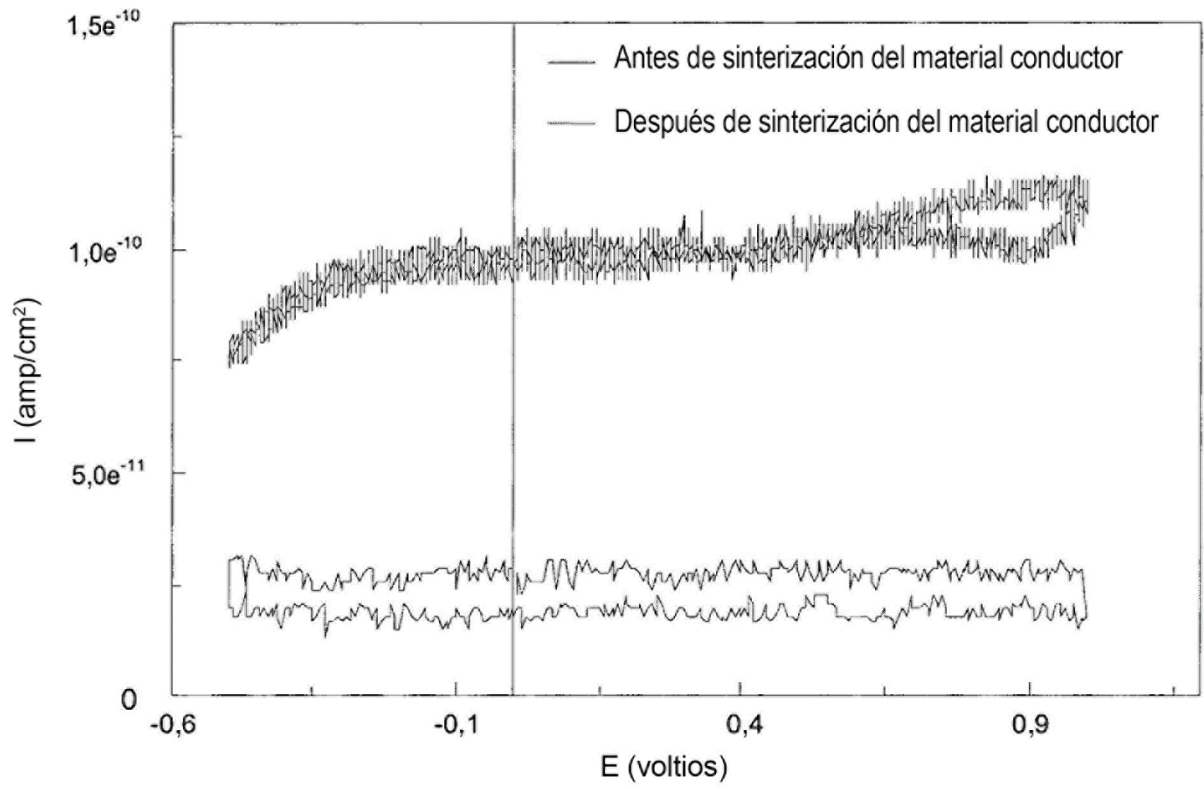


Fig.2