

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 479**

51 Int. Cl.:

**H01L 31/18** (2006.01)

**H01L 27/142** (2006.01)

**H01L 31/0392** (2006.01)

**H01L 31/032** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2001 E 01927847 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013 EP 1273048**

54 Título: **Método para fabricar una lámina fotovoltaica**

30 Prioridad:

**06.04.2000 NL 1014857**

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

**19.12.2013**

73 Titular/es:

**HYET ENERGY SYSTEMS B.V. (100.0%)  
Westervoortsedijk 71 K  
6827 AV Arnhem, NL**

72 Inventor/es:

**MIDDELMAN, ERIK y  
JONGERDEN, GERT JAN**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

**ES 2 435 479 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

Método para fabricar una lámina fotovoltaica

5 [0001] La invención se refiere a un método de fabricación de una lámina fotovoltaica, más particularmente a una lámina fotovoltaica donde la capa fotovoltaica se ha aplicado mediante posición de electrodo.

10 [0002] Las láminas de célula solar de película delgada, también conocidas como láminas fotovoltaicas, generalmente comprenden un portador y una capa fotovoltaica (PV) compuesta por un material semiconductor provisto entre un electrodo anterior que comprende un óxido conductor transparente (TCO) (en la parte frontal de la lámina) y un electrodo posterior (en la parte trasera de la lámina). El electrodo anterior es transparente, lo que permite que la luz incidente alcance el material semiconductor, donde la radiación incidente se convierte en energía eléctrica. De esta manera, la luz se puede utilizar para generar corriente eléctrica, lo que ofrece una alternativa interesante para, digamos, combustibles fósiles o energía nuclear.

15 [0003] En la producción de láminas fotovoltaicas se hace uso generalmente de procesos de deposición al vacío. Estos procesos normalmente son más costosos que los procesos comparables realizados bajo condiciones atmosféricas. Por esta razón, se desea producir las capas activas bajo condiciones de proceso moderadas a presión atmosférica. Esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante la deposición electroquímica de las capas semiconductoras. Tales procesos se conocen, entre otros, de la US 4 816 120 y G.C. Mauricio y R. Vanderveen, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 27 (1992) 305. La deposición galvánica (electroquímica), en adelante también denominada electrodeposición, requiere que la capa sobre la que tiene lugar la deposición sea electroconductora.

25 [0004] Un método para efectuar esto es utilizar un sustrato metálico en la preparación de la lámina de células solares. Tales procesos se describen en la US 4 341 610 y la DE 196 34 580. El sustrato metálico funciona simultáneamente como sustrato y como electrodo posterior. Las láminas fotovoltaicas preparadas por este método comprenden un sustrato metálico, una capa fotovoltaica aplicada por electrodeposición y un óxido conductor transparente (TCO) como electrodo anterior. No obstante, el orden de aplicar primero las capas PV y luego la capa conductora transparente impone serios límites en los materiales conductores transparentes usados. Por ejemplo, una capa de electrodo transparente muy favorable es óxido de estaño F-dopado. No obstante, para que tenga las propiedades y la textura deseadas, se debería aplicar preferiblemente a una temperatura de al menos 400°C. Tal alta temperatura puede ser devastadora para las capas PV, entre otros, como resultado de la cristalización, la difusión de los dopantes si están presentes, la difusión de las impurezas, la formación de grietas y/o la pérdida de hidrógeno.

35 [0005] Otro método para usar la electrodeposición para depositar las capas fotovoltaicas es la deposición sobre vidrio provisto de una capa de un óxido conductor transparente (TCO). Raffaele *et al.* (R.P. Raffaele *et al.*, Electrodeposited CdS on CIS pn junctions, Solar Energy Material & Solar Cells 57 (1999) 167-178) describen la electrodeposición posterior de CIS y CdS sobre vidrio revestido de óxido de estaño e indio.

40 [0006] Das *et al.* (S.K. Das and G.C. Morris, Preparation and characterisation of electrodeposited n-CdS/p-CdTe thin film solar cells, Solar Energy Material & Solar Cells 28 (1993) 305-316) describen la electrodeposición posterior de CdS y CdTe sobre vidrio revestido de óxido de indio y estaño. En la electrodeposición de telurio de cadmio, el TCO con la capa tampón de CdS provista sobre el mismo se usa como electrodo.

45 [0007] No obstante, un inconveniente principal para estos procesos es el bajo índice de crecimiento de las capas fotovoltaicas. El índice de crecimiento está limitado por la baja conducción del TCO, los electrones requeridos se deben transportar a través de esta capa. Debido al espesor de esta capa, típicamente < 1 micra, la resistencia es alta. Esto, a su vez, significa que el índice de crecimiento depende de la distancia desde los contactos eléctricos proporcionados. Las diferencias en el índice de crecimiento llevan a variaciones en el espesor de la capa final de la capa fotovoltaica, lo que es indeseable.

50 [0008] Se han hecho intentos para resolver el problema del bajo índice de deposición proporcionando conductores eléctricos con baja resistencia, tales como metales, sobre o bajo el TCO en forma de estrías. Esto hace posible emplear paneles más grandes mientras que se mantiene un índice de crecimiento más o menos aceptable. El inconveniente de este método, no obstante, es que los conductores proyectan una sombra sobre las capas activas, causando una reducción de la proporción del área corriente a unidad de los módulos. Además, en este caso el índice de deposición depende de la distancia desde los conductores eléctricos, dando como resultado una capa fotovoltaica de espesor no homogéneo. Según otro método, primero una capa fina de metal conductor se aplica sobre el TCO. Esto mejorará la conducción hasta cierto punto, pero debido a que la capa de metal conductor impide la luz incidente, también lleva a una reducción de la cantidad de luz en la célula, y por lo tanto a una reducción de la cantidad de corriente generada.

60 [0009] Consecuentemente, existe la necesidad de un método de fabricación de una lámina fotovoltaica donde la capa fotovoltaica se pueda aplicar homogéneamente a un alto índice de deposición mediante electrodeposición, y donde la naturaleza del TCO se pueda seleccionar independientemente de la naturaleza de las capas fotovoltaicas.

65

[0010] Se descubrió que este problema se puede resolver aplicando el TCO sobre un sustrato temporal electroconductor y suministrar la corriente para la electrodeposición al menos a través del sustrato temporal. Como resultado, la unidad de sustrato temporal y el TCO actuarán como electrodo durante la electrodeposición de la capa PV. Obviamente, el TCO y el sustrato temporal deberían estar en buen contacto óhmico. Debido a que el sustrato es mucho más espeso que el TCO y generalmente tiene una conductividad bastante superior, la cantidad de corriente suministrada al sistema de sustrato y el TCO se puede aumentar en comparación con la técnica anterior. Esto aumenta el índice de deposición máximo que se puede utilizar para obtener una capa fotovoltaica homogénea. Como resultado de la alta conductividad del sustrato, el potencial del TCO es esencialmente el mismo a través de la superficie entera. Como resultado de esto, una capa PV de espesor homogéneo es depositada. Debido a que el TCO se deposita sobre el sustrato temporal, y no sobre la capa fotovoltaica, el TCO se puede seleccionar independientemente de la naturaleza de la capa fotovoltaica.

[0011] La invención se refiere, por lo tanto, a un método tal y como se define en la reivindicación 1.

[0012] El sustrato temporal conductivo es flexible, permitiendo el proceso que se va a llevar a cabo en forma de proceso rollo a rollo. El sustrato permanente puede ser rígido o flexible, dependiendo de la aplicación. Para la mayoría de las aplicaciones, el sustrato permanente es preferiblemente flexible también. El proceso según la invención se realiza en un proceso continuo rollo a rollo.

[0013] Una ventaja adicional del método según la invención es como sigue: para reducir las pérdidas de resistencia en la lámina fotovoltaica, al igual que para reducir las pérdidas en el inversor frecuentemente requerido, la lámina fotovoltaica se divide frecuentemente en células individuales, que después se conectan en serie. Este proceso implica, entre otros, que haya hendiduras provistas en la capa de TCO. En un sistema donde el TCO se aplica sobre un portador no conductivo, digamos, un portador de vidrio, la deposición electroquímica de la capa fotovoltaica se produce sólo sobre el TCO, y no hay ninguna o casi ninguna deposición en cualquiera de las hendiduras que se pueda haber provisto en el TCO. Esto hace imposible la provisión fácil de una conexión en serie.

[0014] En el proceso según la invención, en el que se emplea un sustrato conductivo, la capa fotovoltaica se deposita también en las hendiduras del TCO, como resultado de lo cual se puede hacer una simple conexión en serie. El método según la invención se lleva a cabo entonces de la siguiente manera: un sustrato temporal revestido de un TCO con hendiduras está provisto. Mediante electrodeposición se aplica una capa fotovoltaica sobre el TCO y las hendiduras provistas en éste. Hendiduras o (filas de) orificios están provistos en la capa fotovoltaica junto a las hendiduras del TCO. Luego está provisto un electrodo posterior con hendiduras junto a las hendiduras o (filas de) orificios proporcionados en la capa fotovoltaica. Si se desea, está provisto un sustrato permanente, después de lo cual el sustrato temporal se retira.

[0015] En una forma alternativa de proporcionar una conexión en serie en el proceso según la invención, las primeras hendiduras o (filas de) orificios están provistos en la capa fotovoltaica. Después, se proporciona un electrodo posterior, en el que las hendiduras se hacen durante la deposición, por ejemplo, usando una máscara, o después. La lámina PV junto con el electrodo posterior se lamina después sobre un sustrato permanente y el sustrato temporal se retira. Luego, se proporcionan hendiduras en el TCO que se ha hecho accesible con la eliminación del sustrato temporal, y opcionalmente en la capa PV. Las hendiduras se pueden proporcionar mediante métodos conocidos como tales. Estos incluyen la eliminación de metal electroerosivo, aguafuerte mojado, aguafuerte seco, ablación con láser, detonación con un polvo erosivo o partículas líquidas congeladas y trazado mecánico con un punto de trazado duro.

[0016] Como se ha indicado anteriormente, el *quid* de la presente invención es que la unidad compuesta por el sustrato temporal conductivo y el TCO funciona como electrodo durante la electrodeposición. Debido a que la conductividad del sustrato temporal es superior a la del TCO, la dirección de la corriente en el TCO será esencialmente perpendicular a la dirección de la capa de sustrato. Como resultado, el potencial del TCO es esencialmente homogéneo, dando como resultado un espesor de capa esencialmente homogéneo de la capa o capas fotovoltaicas depositadas, con una desviación de espesor de media de normalmente menos del 10%, preferiblemente inferior al 5%, más preferiblemente inferior al 2%.

[0017] Una forma de realización elegante del método según la invención es una en la que el sustrato temporal con el TCO proporcionado sobre el mismo es llevado por encima de un rodillo, con la corriente para la electrodeposición suministrada a través de dicho rodillo. Este rodillo gira en el electrolito requerido para la deposición de la capa PV. Esto produce un suministro extremadamente homogéneo de corriente al TCO. Además, el sistema es de interés tecnológico, ya que es adecuado para la integración en un proceso rollo a rollo.

[0018] En una forma de realización diferente del método según la invención el sustrato temporal provisto sobre el mismo con el TCO es guiado vía uno o más rollos de guía en un baño de electrolito, con el rollo de guía o rollos de guía sirviendo también como contacto eléctrico para la lámina. Tal configuración hace posible que la deposición se produzca a alta densidad de corriente, y por lo tanto a alta velocidad. Cuando hay altas corrientes durante la deposición y grandes espacios entre los rollos de contacto, habrá un potencial (caída de voltaje o aumento de voltaje) en la dirección de máquina de la lámina que puede reducir el índice de crecimiento. Llevar a cabo el proceso de manera continua en este caso resulta que tiene una ventaja adicional. Dado que el potencial está sólo presente en la dirección de proceso y la lámina también se mueve en esta dirección, a pesar de la diferencia en el potencial una capa fotovoltaica de espesor homogéneo se formará aún. Un dispositivo para practicar este proceso se muestra en la figura 1. En esta figura, un

sustrato temporal provisto de un TCO (1) es llevado vía un conjunto de rodillos de guía conectados a tierra (2) a través de un baño de electrolito (3) provisto del electrolito necesario (4). Los electrodos (5) proporcionan la corriente necesaria.

[0019] En el proceso según la invención, la capa PV se aplica a modo de electrodeposición con la corriente suministrada a través del sustrato temporal electroconductor. Si se desea, una o más capas, tales como el TCO, el electrodo posterior y cualquier otra capa tampón opcionalmente presente también se puede aplicar a modo de electrodeposición con la corriente suministrada a través del sustrato temporal electroconductor. En una forma de realización particularmente preferida del proceso según la invención, el TCO, cualquier capa tampón opcionalmente presente, la capa fotovoltaica y el electrodo posterior se aplican cada uno por electrodeposición en sucesión en un proceso continuo con la corriente suministrada a través del sustrato temporal electroconductor.

[0020] En otra variación en una primera fase, el sustrato temporal se prepara a modo de electrodeposición sobre un portador, por ejemplo, un tambor o una correa continua, después de lo cual el TCO, cualquier capa tampón opcionalmente presente, la capa fotovoltaica y el electrodo posterior se aplican a modo de electrodeposición al sustrato temporal en sucesión en un proceso continuo. Luego, la composición que comprende el sustrato temporal, el TCO, cualquier capa tampón opcionalmente presente, la capa PV y el electrodo posterior se retiran del portador y se procesan más. Un equipo para llevar a cabo esta forma de realización se presenta en la figura 2. Esta figura muestra un baño de electrodeposición (1), dividido en varios segmentos a modo de particiones (2). Cada segmento contiene un electrodo (3) y el electrolito (4) requerido para la deposición específica. Un tambor (5) conectado a tierra de, por ejemplo, óxido de cromo gira en el baño. En cada sección del baño se deposita una capa de la lámina fotovoltaica, empezando con el sustrato temporal, seguido de la deposición del TCO, cualquier capa tampón, la capa PV y el electrodo posterior. El sistema (6) que comprende el sustrato temporal, el TCO, las capas tampón opcionales y el electrodo posterior se retira después del baño para ser sometido a más pasos de proceso. Las láminas de células que utilizan un sustrato temporal se conocen en la técnica. Un proceso rollo a rollo especialmente adecuado se describe en la WO 98/13882.

El sustrato temporal

[0021] El sustrato temporal tiene que cumplir varias condiciones. Tiene que ser suficientemente conductor para poder conducir suficiente corriente durante la electrodeposición de la capa fotovoltaica. Tiene que ser suficientemente termorresistente para poder soportar las condiciones predominantes durante la producción de la lámina de células solares de película delgada, más particularmente durante la deposición del TCO y la capa PV. Tiene que ser lo suficientemente fuerte para poder portar la lámina de célula solar de película delgada durante su producción. Tiene que ser fácil de eliminar de la capa de TCO sin dañar ésta. El experto en la técnica será capaz de seleccionar un sustrato temporal adecuado dentro de estas pautas.

[0022] El sustrato temporal empleado en el proceso según la invención es preferiblemente una lámina de un metal o una aleación de metales. Las cuestiones principales para ello son que tales láminas muestran buena conductividad, generalmente pueden resistir altas temperaturas de tratamiento, son lentos para vaporizar y son comparativamente fáciles de eliminar usando técnicas de aguafuerte conocidas. Otra razón para elegir una lámina metálica, más particularmente aluminio o cobre, es que al fin y al cabo la lámina de células solares de película delgada tiene que estar provista de electrodos de borde que tienen que conectar la lámina de células solares de película delgada a un equipo o la red eléctrica. Las piezas de sustrato temporal no retirado se pueden utilizar para este fin, como resultado de lo cual no hay necesidad de una disposición separada de los electrodos de borde.

[0023] Los metales adecuados incluyen acero, aluminio, cobre, hierro, níquel, plata, zinc, molibdeno, cromo y aleaciones o multicapas de los mismos. Por razones económicas, entre otros se prefiere emplear Fe, Al, Cu, o aleaciones de los mismos. Dado su rendimiento (y teniendo en cuenta el tema del coste) el aluminio, el hierro, opcionalmente hecho por electrodeposición, por ejemplo, en el proceso integrado de la figura 2, y el cobre, opcionalmente hecho por electrodeposición, por ejemplo, en el proceso integrado de la figura 2, son los más preferidos.

[0024] Decapantes adecuados y técnicas para la eliminación de metales se conocen y, aunque difieren por metal, el experto en la materia será capaz de seleccionar los apropiados. Los decapantes preferidos incluyen ácidos (tanto los ácidos de Lewis como de Brønstedt). Así, en el caso del cobre se prefiere usar  $\text{FeCl}_3$ , ácido nítrico o ácido sulfúrico. Decapantes adecuados para el aluminio son, por ejemplo, NaOH, KOH y mezclas de ácido fosfórico y ácido nítrico.

[0025] Si el cobre, opcionalmente preparado a modo de electrodeposición, se usa como sustrato temporal se prefiere proveer al cobre, opcionalmente vía electrodeposición, de una capa de contención de difusión no reducida, por ejemplo, una capa anticorrosión, más particularmente óxido de zinc. Esto es porque el cobre puede tener la tendencia de difundirse a través de la capa de TCO en la capa PV. Es también posible seleccionar un TCO capaz de evitar tal difusión, por ejemplo,  $\text{SnO}_2$  o  $\text{ZnO}$ . Las capas antidifusión se pueden aplicar mediante, por ejemplo, posición de electrodos, o vía deposición de vapor físico (PVD) o vía deposición de vapor químico (CVD). La capa antidifusión se retira generalmente del TCO con el sustrato temporal.

[0026] Para una eliminación fácil, el sustrato temporal es preferiblemente lo más fino posible. Por supuesto, su espesor tiene que ser de manera que otras capas se puedan proporcionar sobre éste y tiene que ser capaz de mantenerlos juntos, pero generalmente no es necesario que sea más de 500  $\mu\text{m}$  (0,5 mm) de espeso. El espesor está

preferiblemente en el rango de 1 a 200  $\mu\text{m}$  (0,2 mm). Dependiendo del módulo de elasticidad, el espesor mínimo para un gran número de materiales será 5  $\mu\text{m}$ . Por consiguiente, se prefiere un espesor de 5-150  $\mu\text{m}$ , más particularmente 10-100  $\mu\text{m}$ .

#### 5 La capa de TCO

[0027] Ejemplos de óxidos conductivos transparentes adecuados (TCOs) son óxido de indio y estaño, óxido de zinc, óxido de zinc dopado con aluminio, flúor, galio o boro, sulfuro de cadmio, óxido de cadmio, óxido de estaño, y, de la forma más preferible,  $\text{SnO}_2$  F-dopado. Dicho material de electrodo transparente mencionado en último lugar se prefiere, porque puede formar una superficie cristalina deseada con una textura de dispersión de luz columnar cuando se aplica a una temperatura por encima de 400°C, preferiblemente en el rango de 500 a 600°C, o se trata posteriormente a dicha temperatura. Es precisamente en el caso de este material de TCO que el uso de un sustrato temporal capaz de resistir tal alta temperatura es extremadamente atractivo. Además, el material es resistente a la mayoría de los decapantes y tiene una mejor resistencia a los productos químicos que el óxido de indio y estaño tan usado. También, es mucho menos costoso.

[0028] El TCO se puede aplicar mediante métodos conocidos en el campo, por ejemplo, mediante deposición de vapor química orgánica metálica (MOCVD), pulverización, deposición de vapor química a presión atmosférica (APCVD), PECVD, pirólisis por pulverización, evaporación (deposición de vapor física), electrodeposición, opcionalmente en un proceso integrado en la electrodeposición de la capa PV, metalización no electrolítica, impresión de pantalla, procesos de sol-gel, etc. Se prefiere aplicar y después tratar la capa de TCO a una temperatura por encima de 250°C, preferiblemente por encima de 400°C, más preferiblemente entre 500 y 600°C, de modo que se pueda obtener una capa de TCO de la composición, propiedades y/o textura deseadas.

#### 25 La capa tampón

[0029] Si se desea, puede haber una capa tampón entre la capa de TCO y la capa fotovoltaica. La capa tampón está destinada a proteger la capa de TCO de las condiciones predominantes durante la deposición de la capa PV. La naturaleza de la capa tampón dependerá de la naturaleza de la capa PV. Las capas tampón adecuadas para las diferentes capas PV se conocen en la técnica. Para CdS de telurio de cadmio,  $\text{In}(\text{OH},\text{S})$  y  $\text{Zn}(\text{OH},\text{S})$  se pueden mencionar.

[0030] Si en la presente memoria descriptiva se hace mención a la deposición de la capa PV sobre el TCO, una capa tampón puede siempre estar presente en dicho TCO.

#### 35 La capa fotovoltaica

[0031] Después de la aplicación de la capa de TCO, la capa fotovoltaica (PV) se aplica mediante electrodeposición. Debe observarse aquí que en la presente descripción, el término "capa fotovoltaica" o "capa PV" comprende el sistema entero de capas necesarias para absorber la luz y convertirla en electricidad. Las configuraciones de capa adecuadas para su aplicación mediante electrodeposición se conocen, al igual que los métodos para aplicarlas. Para el conocimiento general común en este campo puede hacerse referencia a Yukinoro Kuwano, "Photovoltaic Cells," Ullmann's Encyclopedia, Vol.A20 (1992), 161 and "Solar Technology," Ullmann's Encyclopedia, Vol.A24 (1993), 369. Los procesos para la electrodeposición de capas fotovoltaicas se describen en, por ejemplo, la US 4 816 120, US 5 472 910, US 4 440 244, US 4 456 630 y la US 4 388 483, al igual que en G.C. Morris and R.J. Vanderveen, Applied Surface Science 92 (1996), 630-634.

[0032] Varios semiconductores de película fina se pueden usar en la producción de la capa PV mediante electrodeposición. Ejemplos son CIS (diseleniuro de indio de cobre,  $\text{CuInSe}_2$ ),  $\text{CuInS}_2$ , telurio de cadmio (CdTe), CIGSS ( $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})(\text{Se},\text{S})$ ),  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ ,  $\text{ZnSe}/\text{CIS}$ ,  $\text{ZnO}/\text{CIS}$  y/o  $\text{Mo}/\text{CIS}/\text{CdS}/\text{ZnO}$  y células solares sensibilizadas por tinte.

[0033] El espesor total de la capa PV generalmente estará en el rango de 100 a 10000 nm, más particularmente entre aproximadamente 200 y 6000 nm, preferiblemente entre aproximadamente 250 y 5000 nm, más preferiblemente entre aproximadamente 300 y 1000 nm.

#### 55 El electrodo posterior

[0034] El electrodo posterior de la lámina de células solares de película delgada según la invención sirve preferiblemente tanto de reflector como de electrodo. Generalmente, el electrodo posterior tendrá un espesor de aproximadamente 50 a 500 nm y puede comprender cualquier material adecuado con propiedades reflectantes de la luz, preferiblemente aluminio, plata o una combinación de capas de ambos, y tiene que hacer buen contacto óhmico con la capa semiconductor subyacente. Preferiblemente, es posible aplicar las capas metálicas a una temperatura comparativamente baja, digamos menos de 250°C, mediante, por ejemplo, electrodeposición, pulverización o deposición de vapor física (al vacío). En el caso de la plata, se prefiere aplicar primero una capa promotora de adhesión.  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiN}$ ,  $\text{ZnO}$  y óxido de cromo son ejemplos de materiales adecuados para una capa promotora de adhesión y tienen la ventaja de poseer también propiedades reflectantes cuando se aplican en un espesor adecuado, por ejemplo, de 50-100 nm. El

electrodo posterior requerido puede ser bien transparente u opaco. El electrodo posterior preferiblemente se aplica por electrodeposición, opcionalmente en un proceso integrado en la electrodeposición de la capa PV.

El sustrato permanente

5

[0035] Aunque no es esencial para el proceso según la invención, por regla general se prefiere proporcionar la lámina de células solares de película delgada con un sustrato permanente. De otra manera, la película delgada será tan fina que su fragilidad hará difícil la manipulación. Cuando se emplea, el sustrato permanente se aplica sobre el electrodo posterior. Los materiales de capa de sustrato adecuados incluyen películas finas de polímeros disponibles comercialmente, tales como tereftalato de polietileno, poli(etileno 2,6- naftaleno dicarboxilato), policarbonato, cloruro de polivinilo, PVDF, PVDC, o películas finas de polímero con propiedades óptimas tales como aramida o películas finas de poliimida, pero también, por ejemplo, láminas metálicas sobre las que una capa de superficie aislante (dieléctrica) se puede haber aplicado, o composiciones de plásticos y fibras de refuerzo y productos de relleno. Las películas finas "coextruidas" poliméricas provistas de una capa adhesiva termoplástica que tienen un punto de reblandecimiento por debajo del punto del sustrato en sí se prefieren. Si se desea, la película delgada coextruida puede estar provista de una capa antidifusión de, por ejemplo, poliéster (mimoso), copoliéster o aluminio. El espesor del sustrato es preferiblemente de 50  $\mu\text{m}$  a 10 mm. Los rangos preferidos son de 75  $\mu\text{m}$  a 3 mm y de 100  $\mu\text{m}$  a 300  $\mu\text{m}$ . La rigidez a la flexión del sustrato, definido en el contexto de esta descripción como el producto del módulo de elasticidad E en  $\text{N/mm}^2$  y el espesor t para la energía de tres en mm ( $e \times t^3$ ), es preferiblemente superior a  $16 \times 10^{-2}$  Nmm y será generalmente inferior a  $15 \times 10^6$  Nmm.

10

15

20

[0036] El sustrato puede comprender una estructura según sea necesaria para su uso final. Así, el sustrato puede comprender tejas, chapas y elementos de cubierta de tejado, elementos de fachada, techos de vehículos y casas rodantes, etc. En general, no obstante, se prefiere el sustrato flexible, en ese caso se obtiene un rollo de lámina de células solares de película delgada que está listo para su uso y donde las láminas de la energía y el voltaje deseados se pueden cortar del rollo. Estos se pueden incorporar después a elementos de techo (híbridos) o aplicarse sobre tejas, chapas de cubierta de tejado, techos de vehículos y casas rodantes, etc., como se desee.

25

30

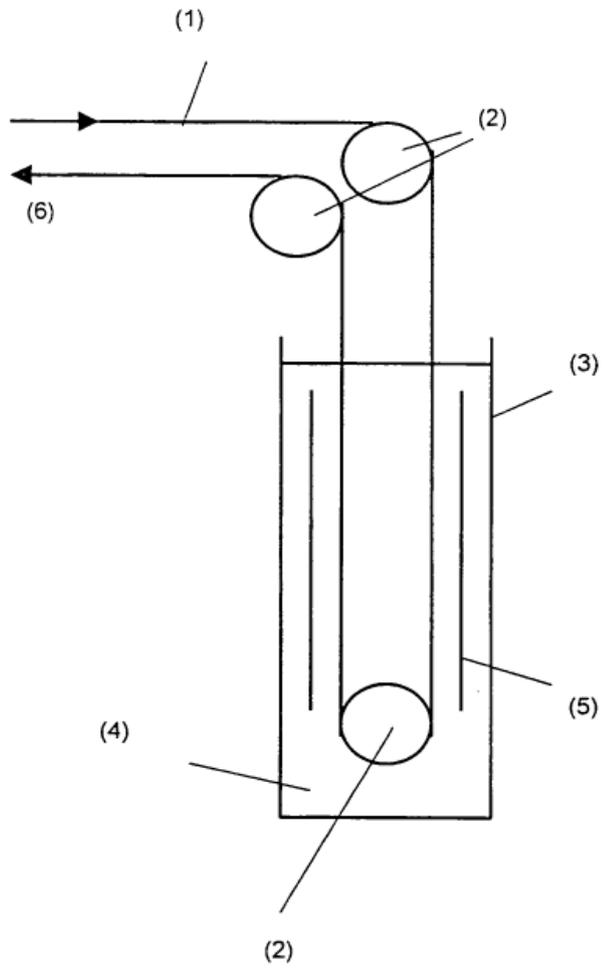
35

[0037] Si se desea, una cobertura superior o capa de superficie se puede proporcionar sobre el lado del TCO de la célula solar para proteger el TCO de las influencias exteriores. Generalmente, la capa de superficie será una chapa polimérica (con cavidades si así se desea) o una película polimérica. La capa de superficie se requiere para tener una transmisión alta y por ejemplo comprende los siguientes materiales: polímeros (per)fluorinados amorfos, policarbonato, poli(metilmacrilato), PET, PEN o cualquier recubrimiento transparente disponible, tales como los usados en la industria automovilística. Si se desea, se puede proporcionar una capa adicional antirreflejante o antiincrustante. Alternativamente, si se desea, la célula solar entera se puede incorporar en tal encapsulante.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método de fabricación de una lámina fotovoltaica que comprende una capa de TCO, una capa fotovoltaica y un electrodo posterior, en un proceso continuo rollo a rollo, este método comprende los siguientes pasos:
- proporcionar un sustrato temporal conductivo que sea más conductivo que la capa de TCO
  - aplicar la capa de TCO sobre el sustrato temporal conductivo
  - aplicar una capa fotovoltaica sobre la capa de TCO
  - aplicar un electrodo posterior
  - eliminar el sustrato temporal conductivo, el método **se caracteriza por el hecho de que** dicha capa fotovoltaica se aplica mediante electrodeposición, con la corriente para la electrodeposición suministrada a través del sustrato temporal.
- 15 2. Método según la reivindicación 1, en el que el sustrato temporal con la capa de TCO provista sobre el mismo es llevada sobre un rodillo, con la corriente para la electrodeposición suministrada a través de dicho rodillo.
- 20 3. Método según la reivindicación 1, en el que el sustrato temporal provisto de la capa de TCO es guiado mediante al menos un rollo de guía en un baño de electrolito que contiene un electrodo, con el rollo o rollos de guía sirviendo también como contacto eléctrico para la lámina.
- 25 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde una o más capas seleccionadas de la capa de TCO, cualquier capa tampón opcionalmente presente electroconductora y el electrodo posterior se aplican también por electrodeposición con la corriente suministrada a través del sustrato temporal.
- 30 5. Método según la reivindicación 4, donde la capa de TCO, cualquier capa tampón electroconductora opcionalmente presente, la capa fotovoltaica y el electrodo posterior se aplican por electrodeposición en sucesión.
- 35 6. Método según la reivindicación 5, donde en una primera fase el sustrato temporal conductivo se prepara por electrodeposición sobre un portador, después de lo cual la capa de TCO, cualquier capa tampón electroconductora opcionalmente presente, la capa fotovoltaica y el electrodo posterior se aplican por electrodeposición en sucesión.
- 40 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde el sustrato temporal es una lámina metálica.
- 45 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde una capa tampón electroconductora está provista entre la capa de TCO y la capa fotovoltaica.
- 50 9. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende los pasos siguientes:
- aplicar una capa de TCO con hendiduras provistas en la misma sobre el sustrato temporal conductivo
  - aplicar una capa fotovoltaica sobre la capa de TCO y las hendiduras provistas en la misma mediante electrodeposición
  - practicar hendiduras o (filas de) orificios en la capa fotovoltaica junto a las hendiduras en la capa de TCO
  - aplicar un electrodo posterior provisto de hendiduras junto a las hendiduras o (filas de) orificios en la capa fotovoltaica
- 55 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, que comprende los pasos siguientes:
- practicar hendiduras o (filas de) orificios en la capa fotovoltaica
  - aplicar un electrodo posterior provisto de hendiduras
  - practicar hendiduras en la capa de TCO después de haber retirado el sustrato temporal conductivo.
- 60 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde se aplica un sustrato permanente después de la aplicación del electrodo posterior y antes de retirar el sustrato temporal.

**Figura 1**



**Figura 2**

