



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 344 004**

(51) Int. Cl.:

**H01L 31/18** (2006.01)

**H01L 31/02** (2006.01)

**H01L 31/0224** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **03706601 .6**

(96) Fecha de presentación : **03.03.2003**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1481427**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2004**

(54) Título: **Procedimiento de fabricación de una unidad de célula solar usando un sustrato provisional.**

(30) Prioridad: **05.03.2002 EP 02075893**  
**20.03.2002 US 365841 P**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.08.2010**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.08.2010**

(73) Titular/es: **Helianthos B.V.**  
**Velperweg 76**  
**6824 BM Arnhem, NL**

(72) Inventor/es: **Middelma, Erik;**  
**Peters, Paulus, Marinus, Gezina, Maria y**  
**Schropp, Rudolf, Emmanuel, Isidore**

(74) Agente: **Urizar Anasagasti, José Antonio**

ES 2 344 004 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de una unidad de célula solar usando un sustrato provisional.

5 La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una unidad de célula solar usando un sustrato provisional. La invención también se refiere a la unidad de célula solar así obtenida.

10 Las unidades de células solares, también conocidas como unidades fotovoltaicas o láminas fotovoltaicas, comprenden generalmente un soporte y una capa fotovoltaica (FV) compuesta de un material semiconductor provisto entre un electrodo frontal que comprende un óxido conductor transparente (OCT) (en el frente de la lámina) y un electrodo trasero (en la parte trasera de la lámina). El electrodo frontal es transparente, permitiendo a la luz incidente alcanzar el material semiconductor, donde la radiación incidente se convierte en energía eléctrica. De esta forma, la luz puede usarse para generar corriente eléctrica, lo que ofrece una alternativa interesante a, por ejemplo, combustibles fósiles o energía nuclear.

15 WO 98/13882 y WO 99/49483 describen un método para fabricar una lámina fotovoltaica que comprende las etapas de proveer un sustrato temporal, aplicar el óxido conductor transparente, aplicar las capas fotovoltaicas, aplicar la capa de electrodo trasero, aplicar el soporte, eliminar el sustrato temporal, y, preferentemente, aplicar un revestimiento protector transparente superior en el lado de la capa conductora transparente. Este método permite la fabricación por  
20 contacto de una lámina o dispositivo fotovoltaico, haciendo al mismo tiempo posible usar cualquier material conductor transparente deseado y proceso de deposición, sin poner en riesgo la acción generadora de corriente de las capas FV. WO 01/78156 y WO 01/47020 describen variaciones de este proceso.

25 En las publicaciones se indica que se prefiere usar un sustrato metálico temporal porque tales materiales serán generalmente capaces de resistir las más altas temperaturas durante el procesamiento posterior, sufrir poco debido a la evaporación, y pueden eliminarse de forma relativamente fácil usando técnicas conocidas de ataque químico. Otra razón para elegir metal, notablemente aluminio o cobre, es que la lámina FV contendría eventualmente electrodos “laterales” (que forman un contacto para conexión a cualquier aparato o red auxiliar (esto es, para usar realmente la lámina FV como una fuente de energía). Al permitir que parte del sustrato temporal permanezca en su lugar (por  
30 ejemplo, como bordes laterales o bandas) estos contactos no necesitan aplicarse separadamente. El documento US-B-6,184,057 describe un método para fabricar una célula solar que hace uso de un sustrato temporal.

A fin de mejorar la recogida de corriente de la unidad de célula solar, las unidades de células solares están con frecuencia provistas con una parrilla de recogida de corriente. En el caso de las unidades de lámina de célula solar la  
35 parrilla se aplica sobre el electrodo frontal y/o, menos comúnmente, sobre el electrodo trasero si el electrodo trasero está hecho de OCT pobremente conductor comparativamente para obtener una unidad de célula solar semi-transparente. La parrilla es una matriz de líneas de un material conductor que se aplica de tal manera que permite fácil recogida de la corriente generada en la capa fotovoltaica y flujo a través del electrodo.

40 Se conocen en la técnica varias maneras de aplicar parrillas. Se conoce, por ejemplo, la aplicación de una parrilla mediante una técnica de impresión, usando generalmente una pasta que contiene partículas de plata. La desventaja de usar este tipo de pasta es que su conductividad es relativamente baja. Es posible aumentar la conductividad mediante calentamiento de la pasta, pero esto introduce una etapa adicional de proceso. También, el calentamiento tiene generalmente un efecto perjudicial sobre las propiedades de la unidad de célula solar, en particular sobre aquéllas de capa  
45 fotovoltaica y capas opcionales de polímero, mientras que la conductividad resultante de la parrilla aún deja algo que desear.

Se conoce también en la técnica aplicar la parrilla depositando metal fundido. Aunque esto resulta en una parrilla con buena conductividad, la alta temperatura del metal fundido normalmente afecta perjudicialmente a las propiedades  
50 de la capa OCT, en particular a la capa fotovoltaica. También, se requiere un número de etapas adicionales para preparar la superficie para deposición de metales.

Recientes desarrollos afectan a la deposición a relativamente bajas temperaturas de capas metálicas que pueden solidificar espontáneamente tras su aplicación. En la actualidad, sin embargo, estos métodos no rinden dispositivos  
55 fotovoltaicos de calidad aceptable. WO 93/00711 describe la formación de una parrilla de recogida de corriente por encima de la capa de material conductor transparente fijando una lámina eléctricamente conductora a ella por medio de un adhesivo conductor de electricidad. A continuación, una porción de la lámina conductora se elimina mediante una técnica de ataque químico. Un problema asociado con este proceso reside en que el adhesivo conductor, que debería también eliminarse en los lugares donde se ha eliminado la lámina conductora. Esto puede, por ejemplo, hacerse por  
60 medio de un disolvente, pero esto aparea el riesgo de que el disolvente también disuelva el adhesivo que pega la parrilla de recogida de corriente al electrodo frontal. Otro problema más asociado con este proceso es la conductividad de la conexión entre la parrilla de recogida de corriente y la capa OCT a través del adhesivo.

Un problema asociado con todas las anteriores formas de aplicar una parrilla sobre una unidad de célula solar es la  
65 adherencia de la parrilla a la superficie de la unidad de célula solar, que está necesitada de mejora.

Hay por tanto necesidad de un proceso para fabricar una unidad de célula solar que comprende una parrilla, en la que la parrilla tiene una buena conductividad y una buena adherencia a la capa OCT, y puede obtenerse por un proceso

sencillo y bien controlado que no ocasiona deterioro de las propiedades de la lámina de célula solar, en particular de la capa OCT.

Se ha encontrado ahora que estos problemas pueden ser resueltos fabricando la unidad de célula solar usando un sustrato temporal, con parte del sustrato temporal conductor manteniéndose como la parrilla de recogida de corriente, lo que a efectos de la presente especificación incluye también las barras colectoras.

La presente invención se refiere en consecuencia; a un proceso para fabricar una unidad de célula solar provista de una parrilla de recogida de corriente que comprende las etapas de

- a. proveer una lámina de sustrato temporal conductor atacable químicamente con un grosor de hasta 500 micras
- b. aplicar una capa de óxido conductor transparente OCT sobre el sustrato temporal
- c. aplicar una capa fotovoltaica sobre la capa OCT
- d. aplicar una capa de electrodo trasero
- e. aplicar un soporte permanente
- f. en cualquiera de las etapas precedentes proveer una capa protectora ante el ataque químico sobre el sustrato temporal en una matriz que tras la eliminación de la porción de sustrato temporal que no está cubierta con capa protectora ante el ataque químico dará lugar a la formación de una parrilla de recogida de corriente
- g. eliminar selectivamente el sustrato temporal donde no está cubierto con la capa protectora ante el ataque químico, para formar una célula solar provista con una parrilla de recogida de corriente.

En el contexto de la presente especificación, el término ataque químico se entiende que significa eliminación por medios químicos, por ejemplo, disolución. Un sustrato atacable químicamente es un sustrato que puede ser eliminado por medios químicos; una capa protectora ante el ataque químico es un material que puede resistir las condiciones aplicadas durante la eliminación del sustrato temporal.

A causa de que en el proceso según la invención la capa OCT es, en efecto, depositada sobre lo que después será la parrilla de recogida de corriente, puede asegurarse que el contacto óhmico entre el OCT y la parrilla de recogida de corriente será bueno. Debido al hecho de que la capa OCT se crea sobre el sustrato temporal, puede asegurarse que la adherencia entre la capa OCT y la parrilla formada desde el sustrato temporal es buena. A causa de que el sustrato temporal es un sustrato metálico, la conductividad de la propia parrilla será buena también. Además, teniendo en cuenta que el uso de un sustrato temporal siempre necesita su eliminación, generalmente por medio de una etapa de ataque químico, el proceso según la invención solamente añade una simple etapa, la aplicación de la capa protectora ante el ataque químico, al proceso conocido de WO 98/13882 o WO 99/4948. La aplicación de la capa protectora ante el ataque químico puede incorporarse fácilmente en el proceso de preparación de las anteriores referencias, especialmente si se lleva a cabo por un proceso por contacto. Esta integración hace posible colocar la parrilla de forma exacta y reproducible, especialmente desde que la capa protectora ante el ataque químico es un material que es fácil de aplicar, mucho más fácil que, por ejemplo, bandas de metal fundido.

La capa protectora ante el ataque químico puede consistir de cualquier material que pueda aplicarse al sustrato temporal en la forma de la parrilla de recogida de corriente y que protegerá al sustrato temporal de la acción del ataque químico. La capa protectora ante el ataque químico puede ser temporal, es decir, puede ser eliminada en una etapa posterior del proceso. Alternativamente, la capa protectora ante el ataque químico puede ser permanente. Se prefiere el uso de una capa protectora permanente ante el ataque químico. Hay varias razones para esta preferencia. En primer lugar, el uso de una capa protectora permanente ante el ataque químico elimina la necesidad de una etapa de eliminación de la capa. Además, la capa protectora ante el ataque químico protegerá la parrilla de influencias externas y añadirá al dieléctrico resistencia a la rotura del módulo encapsulado.

Una realización particularmente preferida del proceso de la invención es una en la que la capa protectora ante el ataque químico es una capa protectora permanente ante el ataque químico cuyo color se ha seleccionado de forma que la parrilla de recogida de corriente tenga un color que encaje con el de la parte generadora de energía de la unidad de célula solar o contraste con él.

La diferencia de color entre la parte generadora de energía de la unidad de célula solar y una parrilla coloreada puede expresarse mediante el dEab, que se define como sigue:

$$dEab = (dL^2 + da^2 + db^2)^{1/2}$$

en donde dL, da, y db son las diferencias en brillo, color azul y color rojo, respectivamente, entre las partes provistas con material coloreado y las partes generadoras de energía de la unidad de célula solar. Los valores de L, a y b pueden

determinarse de acuerdo con el procedimiento CIELAB usando una fuente de luz D65. Si el color de la parrilla debe encajar con el de la unidad de célula solar, el dEab es generalmente inferior a 5, preferentemente inferior a 2, más preferentemente, inferior a alrededor de 0.3. En ese caso, se puede hablar del uso de un color de camuflaje. Si el color de la parrilla se selecciona para contrastar con el de la parte generadora de energía de la unidad de célula solar, el valor de dEab está generalmente por encima de 10, preferentemente superior a 12, más preferentemente entre unos 20 y 100. Si se usa más de un color, generalmente al menos uno de estos colores satisfará los requisitos anteriores para el valor dEab.

El uso de una combinación de un color distintivo y un color de camuflaje hace posible decorar la unidad de célula solar con diseños coloreados sobre un fondo homogéneo. Ejemplos de diseños contemplados son modelos, letras, figuras, bandas, rectángulos y cuadrados. En esta realización, se provee generalmente 10-90% de la parrilla con un color distintivo, mientras 90-10% de la parrilla se provee con un color de camuflaje.

Se hace notar que se ha descrito en la técnica proveer una capa de color sobre la parrilla de una unidad de célula solar. Se hace referencia a EP 0 986 109 y la solicitud internacional WO 02/21602. Sin embargo, estas referencias no describen aplicar una capa de color como capa protectora ante el ataque químico para obtener una parrilla de recogida de corriente metálica coloreada de alta calidad por un sustrato temporal.

Incidentalmente, aunque menos preferido, está dentro del alcance de la presente invención usar una capa protectora temporal ante el ataque químico en la fabricación de la parrilla, seguida de la eliminación de la capa protectora temporal ante el ataque químico y proveer la parrilla con un material coloreado, por ejemplo, como se ha descrito en la solicitud internacional N° WO 02/21602.

La aplicación de la capa protectora ante el ataque químico sobre el sustrato temporal puede hacerse en cualquier etapa del proceso de acuerdo con la invención. Puede, por ejemplo, aplicarse antes del comienzo del proceso, es decir, antes de la aplicación del OCT sobre el otro lado del sustrato temporal. Puede aplicarse en cualquier etapa intermedia, y puede aplicarse al final del proceso, es decir, después de la aplicación del electrodo trasero o, si es aplicable, del soporte permanente, y justo antes de la eliminación del sustrato temporal por ataque químico. Se prefiere la última opción, porque evita que la matriz protectora ante el ataque sea dañada durante las partes anteriores del proceso. También evita que la presencia de la zona protectora del ataque en la parte “trasera” del sustrato temporal interfiera con las otras etapas del proceso. E, la realización preferida por contacto del proceso de la invención puede ocurrir ambas cosas si el sustrato temporal provisto de una matriz en una capa protectora ante el ataque químico es conducido sobre uno o más rodillos.

Puede ser que el sustrato temporal sea más grueso que el deseado para que se forme la parrilla de recogida de corriente. En ese caso, puede primero protegerse del ataque químico parte del sustrato temporal, y luego aplicar la capa protectora ante el ataque químico en la matriz de la parrilla de recogida de corriente, y después eliminar la porción no protegida de la capa protectora ante el ataque químico. Se prefiere, sin embargo, en tal caso aplicar primero una capa protectora temporal ante el ataque químico en la matriz de la parrilla de recogida de corriente, seguido de una eliminación selectiva del sustrato temporal donde no está protegido por una capa protectora ante el ataque químico. Luego, la capa temporal protectora ante el ataque químico se elimina y una etapa adicional de aplicación de la capa protectora ante el ataque químico se realiza para reducir el espesor de la parrilla de recogida de corriente.

En una realización preferente del proceso de la invención, el sustrato temporal es flexible, se aplica un soporte permanente flexible, y el proceso se lleva a cabo mediante un proceso de contacto.

Una ventaja particular del proceso de la invención es que se obtiene una parrilla con una forma de sección atractiva. Más en particular, el proceso de la invención hace posible preparar láminas de células solares provistas de una parrilla en la que la relación entre la altura y la anchura de la parrilla (determinada en la parte más ancha de la sección de la parrilla) es al menos 0.1, preferiblemente al menos 0.2, más preferiblemente al menos 0.3. La selección de una parrilla que en comparación con parrillas de la técnica anterior es relativamente alta en comparación con su anchura tiene la consecuencia de que, debido a la pequeña anchura, el tamaño del área superficial cubierto por la parrilla es relativamente bajo, lo que lleva a un mayor rendimiento energético, mientras que la relativamente gran altura asegura que las propiedades de conexión de corriente de la parrilla siguen siendo buenas. Una parrilla con esta relación altura/anchura no puede obtenerse por métodos convencionales como pulverización metálica, etc.

Otra característica de la forma de la sección de la parrilla obtenida por el proceso de la presente invención es que la parrilla tiene su mayor anchura en la interfaz con la capa OCT y luego se va reduciendo hasta su sección más pequeña en forma curva, por ejemplo, como se muestra en la figura 1, en la que 1 se refiere a la parrilla y 2 a la unidad de célula solar provista con la parrilla. Esta forma tiene un número de ventajas específicas. En primer lugar, esta forma lleva a la combinación de un área de contacto relativamente alta entre la parrilla y el OCT, que conduce a menos pérdidas por resistencia de contacto, lo que conduce a menor efecto de sombra cerca de la parrilla. Además, la parrilla tiene una resistencia aumentada a la delaminación a causa de que su pendiente específica asegura una mejor dispersión de fuerza. Finalmente, la forma en pendiente hace más fácil aplicar un encapsulante sobre la unidad de célula solar sin inclusión de gas próxima a la parrilla.

Para ser preciso debe notarse que la anchura menos de la sección de la parrilla no se localiza necesariamente en la parte más alta de la parrilla. Dado que la solución de ataque puede tener una preferencia por la dirección oblicua, puede ser que la anchura de la sección de la parrilla sea la menor en algún lugar intermedio, como se muestra en la figura 2,

en la que 1 se refiere a la parrilla y 2 a la unidad de célula solar provista con la parrilla. Sin embargo, se prefiere que la parrilla tenga su menor anchura de sección en la parte superior de la parrilla. La relación entre la anchura de la sección de la parrilla en su punto menor y la anchura de la sección en la interfaz con el OCT está generalmente entre 0,1:1 y 0,9:1, preferentemente entre 0,2:1 y 0,7:1, más preferentemente entre 0,4 y 0,6:1.

Para el buen orden se hace notar que está dentro del alcance de la presente invención fabricar parte de la parrilla mediante un sustrato intermedio y aplicar otra parte de una forma diferente. Por ejemplo, puede contemplarse que la parte más fina de la parrilla se obtenga desde el sustrato temporal mientras la parte más gruesa, por ejemplo, las barras de conexión, se aplique de manera diferente, por ejemplo, por aplicación de cinta conductora. Se prefiere que la unidad de célula solar obtenida por el proceso de la invención tenga al menos 50% de su superficie de parrilla hecho desde el sustrato temporal, más preferentemente al menos 70%, aún más preferentemente al menos 90%, más preferentemente al menos 95%,

#### *El sustrato temporal*

El sustrato temporal tiene que satisfacer un número de condiciones. Tiene que ser suficientemente conductor para ser capaz de servir como un material de base para una parrilla de recogida de corriente. Tiene que ser suficientemente resistente al calor para ser capaz de aguantar las condiciones imperantes durante la fabricación de la unidad de célula solar, más particularmente durante la deposición de la capa OCT y la PV. Tiene que ser suficientemente fuerte para ser capaz de llevar la unidad de célula solar durante su fabricación. Tiene que ser fácil de eliminar de la capa OCT sin dañarla. El experto en la técnica será capaz de elegir un adecuado sustrato temporal dentro de estas directrices.

El sustrato temporal empleado en el proceso de la invención es preferiblemente una lámina de un metal o una aleación metálica. Las principales razones para esto son que tales láminas ofrecen buena conductividad, son generalmente capaces de resistir altas temperaturas de proceso, tienen baja evaporación, y son comparativamente fáciles de eliminar usando técnicas conocidas de ataque químico. Otra razón para elegir una lámina metálica, más particularmente aluminio o cobre, es que al final la unidad de célula solar tiene que estar provista de electrodos de borde que tienen que conectar la unidad de célula solar a un aparato o a la red eléctrica. Las piezas restantes del sustrato temporal pueden usarse a este fin, a resultas de lo cual no se necesita suministrar separadamente los electrodos de borde.

Los metales adecuados incluyen acero, aluminio, cobre, hierro, níquel, plata, zinc, molibdeno, cromo y aleaciones o multi-capas de ellos. Por razones económicas entre otras se prefiere usar Fe, Al, Cu o aleaciones de ellos. Por su rendimiento (y teniendo en cuenta el asunto del coste) aluminio, hierro y cobre son los más preferidos.

Se conocen soluciones de ataque químico y técnicas para eliminar metales, y aunque difieren según el metal, el experto en la materia será capaz de elegir las apropiadas. Las soluciones preferidas incluyen ácidos (ácidos Lewis y Brønstedt). Así en este caso de cobre se prefiere usar  $\text{FeCl}_3$ , ácido nítrico o sulfúrico. Soluciones adecuadas para aluminio son, por ejemplo, Na OH, KOH, y mezclas de ácido fosfórico y nítrico.

Si se usa cobre, opcionalmente preparado por electrodeposición, como sustrato temporal, se prefiere proveer el cobre, opcionalmente por electrodeposición, con una capa de barrera de difusión no reductora, por ejemplo, una capa anti-corrosión, más particularmente óxido de zinc. Esto es porque el cobre puede tener tendencia a difundirse a través de la capa OCT en la capa FV. Es también posible elegir un OCT capaz de evitar dicha difusión, por ejemplo,  $\text{SnO}_2$  o  $\text{ZnO}$ . Las capas anti-difusión pueden aplicarse mediante por ejemplo electrodeposición, o por Deposición Física de Vapor (DFV) o Deposición Química de Vapor (DQV). La capa anti-difusión generalmente se elimina del OCT junto con el sustrato temporal, pero se mantiene en la posición de la parrilla. Obviamente, si una capa tal como una capa anti-difusión y/o una capa intermedia existe entre la capa OCT y la parrilla, sus propiedades deberían ser tales que no interfiera con el transporte de corriente desde el OCT a la parrilla. Así, cualquier capa intermedia entre la parrilla y el OCT debería ser conductora.

Para una mejor eliminación, el sustrato temporal es preferentemente tan delgado como sea posible. Por otra parte, se requiere un cierto espesor para asegurar que la parrilla obtenida del sustrato temporal puede recoger suficiente corriente. Además, su espesor tiene que ser tal que pueda proveerse otras capas sobre él y tiene que ser capaz de mantener esas capas juntas, pero esto no requiere generalmente que su espesor sea mayor que  $500\text{ }\mu\text{m}$  (0,5 mm). El espesor está preferentemente en la escala de 1 a  $200\text{ }\mu\text{m}$  (0,2 mm). Dependiendo del módulo de elasticidad, el espesor mínimo para un gran número de materiales será  $5\text{ }\mu\text{m}$ . De acuerdo con ello, se prefiere un espesor de 5-150  $\mu\text{m}$ , más particularmente 10-150  $\mu\text{m}$ .

Incidentalmente, mediante adecuada selección de la anchura de la capa protectora ante el ataque químico en combinación con el espesor del sustrato temporal, puede regularse las propiedades de de recogida de corriente de la parrilla. Variando la anchura de la capa protectora ante el ataque químico sobre la superficie de la unidad de célula solar, puede adaptarse las propiedades de de recogida de corriente de la parrilla a la cantidad de corriente generada en una localización específica.

#### *La capa OCT*

Ejemplos de óxidos conductores transparentes (OCT) adecuados son óxido de estaño e indio, óxido de zinc, óxido de zinc impurificado con aluminio, floro, galio o boro, sulfuro de cadmio, óxido de estaño y, más preferiblemente,

SnO<sub>2</sub> impurificado con flúor. Se prefiere este último material de electrodo transparente porque puede formar una superficie cristalina deseada con una textura columnar difusora de luz cuando se aplica a una temperatura superior a 400°C, preferentemente en la escala de 500 a 600°C, o post-tratado a dicha temperatura. Es precisamente en el caso de este material OCT que el uso de un sustrato temporal capaz de resistir una temperatura así es extremadamente atractivo. Además el material es resistente a la mayoría de soluciones de ataque y tiene mejor resistencia a productos químicos que el óxido de estaño e indio ampliamente usado. También, es bastante menos costoso.

El OCT puede aplicarse mediante métodos conocidos en la técnica, por ejemplo, mediante Deposición por Vapor Químico Metálico-Orgánico (DVPMO), pirólisis de rociado pulverización, Deposición por Vapor Químico a Presión Atmosférica (DVQPA), PECVD, pirólisis de rociado, evaporación (deposición de vapor físico), electrodeposición, deposición sin corriente eléctrica, serigrafía, procesos sol-gel, etc., o combinaciones de esos procesos. Se prefiere aplicar y tratar posteriormente la capa OCT a una temperatura superior a 250°C, preferentemente superior a 400°C, más preferentemente entre 450°C y 600°C, de forma que puede obtenerse una capa OCT de la composición, propiedades y/o textura deseadas.

#### 15 *La capa intermedia*

Si así se desea, puede estar presente una capa intermedia entre la capa OCT y la capa fotovoltaica. La capa intermedia pretende proteger la capa OCT de las condiciones imperantes durante la deposición de la capa FV. Se conocen en la técnica capas intermedias adecuadas para las diversas capas FV. Para telururo de cadmio puede mencionarse CdS, In(OH,S) y Zn(OH,S). Si en la presente especificación se hace mención a la deposición de la capa FV sobre el OCT, puede estar o no presente una capa intermedia sobre dicho OCT.

#### 25 *La capa fotovoltaica (FV)*

Tras la aplicación de la capa OCT puede aplicarse la capa FV de forma apropiada. Debería notarse aquí que en la presente descripción el término “capa FV” o “capa fotovoltaica” comprende el sistema total de capas necesitado para absorber la luz y convertirla en electricidad. Se conocen configuraciones apropiadas de capas, así como los métodos para aplicarlas. Para el conocimiento general común en este campo debe hacerse referencia a Yukinoro Kuwano “Photovoltaic Cells”, Ullmann’s Encyclopedia, Vol. A20 (1992), 161 y “Solar Technology”, Ullmann’s Encyclopedia, Vol. A24 (1993), 369.

Pueden usarse varios materiales semiconductores de película fina para fabricar las capas FV. Son ejemplos, silicio amorfo (a-Si:H), silicio microcristalino, carburo de silicio amorfo policristalino (a-SiC), y un SiC:H, silicio-germanio amorfo (a-SiGe), y un a-SiGe:H. Además, la capa FV en la unidad de célula solar de acuerdo con la invención puede comprender CIS (diselenuro cobre indio), telururo de cadmio (CdTe), CIGSS (Cu(In,Ga)(Se,S)), Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>, ZnSe/CIS, ZnO/CIS, y/o Mo/CIS/CdS/ZnO, y células solares sensibilizadas al color.

La capa FV es preferiblemente una capa de silicio amorfo cuando el OCT comprende un óxido de estaño impurificado con flúor. En ese caso la capa FV comprenderá generalmente un conjunto, o una pluralidad de conjuntos, de capas de silicio amorfo p-impurificadas, intrínsecas y n-impurificadas, estando las capas p-impurificadas situadas en el lado que recibe la luz incidente.

En la realización a-Si-H la capa FV comprenderá al menos una capa de silicio amorfo p-impurificada, una capa de silicio amorfo intrínseca (Si-i) y una capa de silicio amorfo n-impurificada. Puede ser que se aplique sobre el primer conjunto de capas p-i-n una segunda y adicionales capas p-i-n. También, puede aplicarse consecutivamente una pluralidad de capas repetitivas p-i-n (“pinpinpin” o “pinpinpinpin”). Al apilar una pluralidad de capas p-i-n, el voltaje por célula se eleva y la estabilidad del sistema se mejora. Disminuye la degradación inducida por la luz, el llamado efecto Staebler-Wronski. Además, la respuesta espectral puede optimizarse eligiendo materiales de diferentes intervalos de banda en las diversas capas, principalmente las capas -i, y particularmente dentro de las capas -i. El espesor total de la capa FV, más particularmente de todas las capas a-Si juntas, será generalmente del orden de 100 a 2000 nm, más típicamente de unos 200 a 600 nm, y preferiblemente unos 300 a 500 nm.

#### 55 *El electrodo trasero*

El electrodo trasero en la lámina de célula solar de película delgada según la invención sirve preferentemente como reflector y como electrodo. Generalmente, el electrodo trasero tendrá un espesor de unos 50 a 500 nm, y puede comprender cualquier material adecuado que tenga propiedades de reflexión de la luz, preferiblemente aluminio, plata o una combinación de capas de ambos, y que haga buen contacto óhmico con la capa semiconductor subyacente. Preferentemente, es posible aplicar las capas de metal a una temperatura comparativamente baja, menos de 250°C, por medio de, por ejemplo, electrodeposición, deposición de vapor físico (*in vacuo*), opulverización. En el caso de plata, se prefiere aplicar primero una capa promotora de adhesión. TiO<sub>2</sub>, TiN, 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 espesor adecuado, por ejemplo, de 50-100 nm. El electrodo trasero requerido puede ser transparente u opaco.

*El soporte permanente*

Aunque no es esencial para el proceso según la invención, como norma se prefiere proveer la unidad de célula solar con un soporte permanente. Porque, de otra manera la unidad será tan delgada que su fragilidad hace difícil su manipulación. Cuando se emplea, el soporte permanente se aplica sobre el electrodo trasero.

Materiales adecuados de la capa de soporte incluyen películas de polímeros comercialmente disponibles, tales como tereftalato de polietileno, poli(dicarboxilato de etileno 2,6-naftaleno), policarbonato, cloruro de polivinilo, PVDF, PVDC, PPS, PES, PEEK, PEI o películas de polímero que tenga muy buenas propiedades tal como aramida o películas de poliimida, pero también, por ejemplo, láminas metálicas sobre las que puede aplicarse una capa superficial aislante (dieléctrico), o composiciones de plástico y fibras de refuerzo y rellenos. Se prefieren las películas “coextruidas” poliméricas provistas con una capa adhesiva termoplástico que tiene un punto de reblandecimiento inferior al del propio sustrato. Si así se desea, la película coextruida puede ser provista de una capa anti-difusión de, por ejemplo, poliéster (PET), copoliéster o aluminio. El espesor del soporte preferentemente es 50  $\mu\text{m}$  a 10 mm. Escalas preferidas son 75  $\mu\text{m}$  a 3 mm y 100  $\mu\text{m}$  a 300  $\mu\text{m}$ . La rigidez a flexión del portador, definida dentro del contexto de esta descripción como el producto del módulo de elasticidad E en N/mm<sup>2</sup> y el espesor t al cubo en mm ( $E \times t^3$ ), es preferiblemente mayor que  $16 \times 10^{-2}$  Nmm y generalmente será inferior a  $15 \times 10^6$  Nmm.

El soporte puede comprender una estructura según se requiera para su uso final. Así el sustrato puede comprender azulejos, placas y elementos de tejado, elementos de fachada, techos de coches y caravanas, etc. En general, sin embargo, se da preferencia a que el portador sea flexible. En ese caso se obtiene un rollo de lámina de célula solar que está listo para usarse y donde láminas de la potencia y voltaje deseados pueden cortarse del rollo. Estas pueden incorporarse en elementos (híbridos) de tejado o ser aplicadas sobre azulejos, láminas de tejado, techos de coches y caravanas, etc., según se desee.

Si así se desea, puede proveerse una capa superior o revestimiento superficial sobre el lado OCT de la célula solar para proteger el OCT de influencias exteriores. Generalmente, la capa superficial será una lámina de polímero (con cavidades si se desea) o una película de polímero. La capa superficial se requiere para tener una alta transmisión y por ejemplo comprende los siguientes materiales: polímeros (per)fluorados, policarbonato, poli(metilmetacrilato), PET, PEN o cualquier revestimiento claro disponible, tal como los usados en la industria del automóvil. Si así se desea, puede proveerse una capa adicional anti-reflectante o anti-incrustante. Alternativamente, si así se desea, toda la célula solar puede estar incorporada en tal encapsulante.

*La capa protectora ante el ataque químico*

La capa protectora ante el ataque químico puede ser de cualquier material que pueda ser aplicado al sustrato temporal en la forma de parrilla de recogida de corriente y el cual protegerá al sustrato temporal de la acción del ataque químico. El experto en la técnica puede elegir el material adecuado por ensayos de rutina. Capas adecuadas protectoras ante el ataque químico incluyen poliuretanos y poliimidas termoplásticos y termoestables, polímeros termoestables tales como EP, UP, VE, SI, resinas(epoxi), y acrilatos, y polímeros termoplásticos tales como PVC, PI, fluoropolímeros, etc. La capa protectora ante el ataque químico incluye generalmente aditivos tales como fotoiniciadores y otros endurecedores, rellenos, plastificantes, etc. La capa protectora ante el ataque químico puede ser temporal, es decir, puede ser eliminada en una etapa posterior del proceso. Alternativamente, y preferiblemente, la capa protectora ante el ataque químico puede ser permanente.

La capa protectora ante el ataque químico se aplica adecuadamente por vaporización o impresión/escritura. Preferiblemente, la capa protectora ante el ataque químico se aplica mediante un proceso de impresión conocido como tal. Procesos de impresión adecuados incluyen impresión serigráfica, rotoserigrafía, procesos de chorro de tinta, huecogrado flex, extrusión directa, etc. El color de la capa protectora ante el ataque químico puede regularse por la incorporación de pigmentos o tintes adecuados conocidos por el experto en la técnica. Especialmente para capas protectoras permanentes ante el ataque químico, la presencia de pigmentos y estabilizadores UV pueden preferirse.

**Referencias citadas en la descripción**

*Este listado de referencias citadas por el solicitante tiene como único fin la conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha puesto gran cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza cualquier responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- WO 9813882 A
- WO 9300711 A
- WO 9949483 A
- WO 994948 A
- WO 0178156 A
- EP 0986109 A

## ES 2 344 004 T3

- WO 0147020 A
- WO 0221602 A
- US 6184057 B

### 5 Literatura no relacionada con patentes citada en la descripción

- Photovoltaic Cells. Yukinoro **Kuwano**. *Ullmann's Encyclopedia*. 1992, vol. A20, 161
- Solar Technology. *Ullmann's Encyclopedia*. 1993, vol. A24, 369

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



REIVINDICACIONES

1. Un proceso de fabricación de una unidad de célula solar provista con una parrilla de recogida de corriente, comprendiendo las etapas de

- a. proveer una lámina de sustrato temporal conductor atacable químicamente con un grosor de hasta 500 micras
- b. aplicar una capa de óxido conductor transparente (OCT) sobre el sustrato temporal
- c. aplicar una capa fotovoltaica sobre la capa OCT
- d. aplicar una capa de electrodo trasero
- e. aplicar un soporte permanente
- f. en cualquiera de las etapas precedentes proveer una capa protectora ante el ataque químico sobre el sustrato temporal en una matriz que, tras la eliminación de la porción de sustrato temporal que no está cubierta con capa protectora ante el ataque químico, dará lugar a la formación de una parrilla de recogida de corriente
- g. eliminar selectivamente el sustrato temporal donde no está cubierto con capa protectora ante el ataque químico, para formar una célula solar provista con una parrilla de recogida de corriente.

2. El proceso de la reivindicación 1, en el que la matriz que forma una parrilla de recogida de corriente es provista después de la aplicación del electrodo trasero y, donde sea aplicable, al soporte permanente.

3. El proceso de la reivindicación 1 o 2, en el que la capa protectora ante el ataque químico es una capa protectora ante el ataque químico permanente.

4. El proceso de la reivindicación 1 o 2, en el que la capa permanente protectora ante el ataque químico se provee con un color para distinguir la parrilla de la unidad de célula solar y/o para camuflar la parrilla sobre la unidad de célula solar.

5. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que el sustrato temporal es flexible, en el que se aplica un soporte permanente flexible, y en el que el proceso se lleva a cabo mediante un proceso de contacto.

Figura1

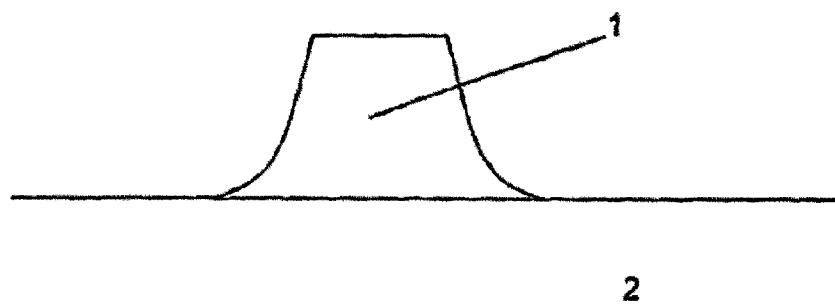


Figura 2

