



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 494**

51 Int. Cl.:
H01L 31/0224 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07862852 .6**
96 Fecha de presentación : **13.12.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2100335**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.09.2009**

54 Título: **Electrodo frontal a base de óxido de cinc dopado con itrio para su uso en dispositivo fotovoltaico similares.**

30 Prioridad: **08.01.2007 US 650564**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.10.2010

73 Titular/es: **Guardian Industries Corp.**
2300 Harmon Road
Auburn Hills, Michigan 48326-1714, US

72 Inventor/es: **Krasnov, Alexey**

74 Agente: **Miazzetto, Fabrizio**

ES 2 347 494 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

Electrodo frontal a base de óxido de cinc dopado con itrio para su uso en dispositivo fotovoltaico o similares.

5 Determinados modos de realización de ejemplo de esta invención se refieren a un electrodo (por ejemplo, un electrodo frontal) para su uso en un dispositivo fotovoltaico o similares. En determinados modos de realización de ejemplo, un electrodo frontal a base de óxido conductivo transparente (TCO) para su uso en un dispositivo fotovoltaico es de, o incluye, óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio, dopado con itrio (Y). En determinados modos de realización de ejemplo, la adición del itrio (Y) al óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio conductivo tiene la ventaja de que la pérdida potencial de conductividad de electrodo puede reducirse o evitarse, por ejemplo a temperaturas de procesamiento elevadas. Además, en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo (por ejemplo, ZnO_x:Y o ZnAlO_x:Y) puede depositarse por pulverización catódica en una forma no estequiométrica deficiente en oxígeno.

15 Antecedentes y sumario de los modos de realización de ejemplo de la invención

Los dispositivos fotovoltaicos se conocen en la técnica (véanse, por ejemplo, las patentes U.S. n^{os} 6.784.361, 6.288.325, 6.613.603 y 6.123.824, véanse también R. Kour *et al.*, Journal of Materials Science: Materials in Electronics 16 (2005) 649-655 y Q. Yu *et al.*, Thin Solid films 515 (2007), 3840-3843. Dispositivos fotovoltaicos de tipo CdTe y de silicio amorfo (a-Si), por ejemplo, incluyen cada uno un contacto o electrodo frontal. Típicamente, el electrodo frontal está fabricado de un óxido conductivo transparente (TCO) tal como óxido de estaño u óxido de cinc formado sobre un sustrato, tal como un sustrato de vidrio. En consecuencia, se apreciará que el óxido de cinc dopado con Al (ZnAlO_x) es un material de TCO conocido para su uso como electrodo para un dispositivo fotovoltaico. En determinadas aplicaciones, tales como dispositivos fotovoltaicos de CdTe como ejemplo, se usan temperaturas de procesamiento altas (por ejemplo, 550-600 grados C) durante la fabricación. El óxido de cinc se usa también en aplicaciones tales como recubrimientos de baja E para dar soporte a capas reflectantes de IR que pueden estar fabricadas de plata o similares.

Desafortunadamente, el ZnAlO_x conductivo tiende a perder una cantidad significativa de su conductividad eléctrica cuando se calienta por encima de aproximadamente 400 grados C. Esta pérdida de conductividad puede estar provocada por una migración rápida de oxígeno desde los bordes de grano al interior de la masa de las cristalitas. A temperaturas incluso superiores (por ejemplo, 625-650 grados C), comienza a tener lugar la transformación estructural del óxido de cinc, lo que es particularmente desventajoso para aplicaciones tales como recubrimientos de baja E térmicamente tratables, porque compromete la integridad y la resistencia a la corrosión de películas reflectantes de IR que se forman, frecuentemente, directamente sobre y por encima del óxido de cinc; una transformación semejante puede detectarse por ejemplo por un aumento en la relación de picos XRD $\langle 002 \rangle / \langle 103 \rangle$.

Es aparente, partiendo de lo anterior, que existe en la técnica la necesidad de un material TCO mejorado. En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención existe en la técnica la necesidad de un TCO a base de óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio que tenga un potencial reducido de pérdidas de conductividad significativas a altas temperaturas (por ejemplo, por encima de aproximadamente 400 grados C, o posiblemente incluso superiores). En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, existe en la técnica la necesidad de un TCO a base de óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio que tenga una probabilidad reducida de transformación estructural a temperaturas altas. Tales materiales de TCO pueden usarse en varias aplicaciones, que incluyen, pero no están limitadas a, electrodos (por ejemplo, electrodos frontales) en dispositivos fotovoltaicos, como capas que dan soporte a plata en recubrimientos de baja E, y similares.

Se ha encontrado que dopando un TCO a base de óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio con pequeñas cantidades de itrio, el TCO resultante puede mejorarse en uno o más aspectos. Por ejemplo, dopando un TCO a base de óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio con una pequeña cantidad de itrio, el TCO resultante puede lograr una pérdida de conductividad reducida a temperaturas altas. Como otro ejemplo, dopando una película a base de óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio (que es un TCO en determinados casos preferentes, pero no necesita serlo en todos los casos) con una cantidad pequeña de itrio (Y), la película resultante puede lograr una transformación estructural reducida o nula a temperaturas elevadas (por ejemplo, de al menos aproximadamente 400 grados C, o incluso posiblemente de al menos aproximadamente 550, 600 ó 625 grados C).

En determinados modos de realización de ejemplo, un electrodo frontal a base de óxido conductivo transparente (TCO) para su uso en un dispositivo fotovoltaico es de, o incluye, óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio, dopado con itrio (Y). En determinados modos de realización, la adición del itrio (Y) al óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio conductivo tiene la ventaja de que la pérdida potencial de conductividad del electrodo puede reducirse o evitarse. Tal como se usa en el presente documento, el término "itrio" incluye y abarca tanto itrio metálico como óxido de itrio tal como Y₂O₃ o cualquier otro estequiométricamente aceptable.

Además, en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo (por ejemplo, ZnO_x:Y o ZnAlO_x:Y) puede depositarse por pulverización catódica en una forma no estequiométrica deficiente en oxígeno, o puede depositarse de cualquier otro modo adecuado. La pulverización catódica a aproximadamente temperatura ambiente puede usarse para la deposición del electrodo en determinados casos de ejemplo, aunque, en vez de ésta, pueden usarse en determinados casos otras técnicas. Por ejemplo, el electrodo puede depositarse por pulverización catódica

usando una diana(s) cerámica(s) fabricada(s) de ZnO_x o $ZnAlO_x$ dopada(s) con Y y/o Y_2O_3 . Alternativamente, el electrodo puede depositarse por pulverización catódica en una atmósfera inclusiva de gas oxígeno (y posiblemente de gas argón, o en cualquier otro gas adecuado) usando una diana(s) metálica(s) o sustancialmente metálica(s) fabricada(s) de Zn o ZnAl dopada(s) con Y; la composición o mezcla de gas puede seleccionarse con el fin de hacer el material depositado inicialmente subestequiométrico en determinados casos de ejemplo.

En determinados modos de realización de ejemplo, el electrodo de, o que incluye, $ZnO_x:Y$ y/o $ZnAlO_x:Y$ puede usarse como cualquier electrodo adecuado en cualquier dispositivo electrónico adecuado, tal como un dispositivo fotovoltaico, un dispositivo de pantalla plana y/o un dispositivo electroóptico.

En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo o película de TCO (por ejemplo, $ZnO_x:Y$ o $ZnAlO_x:Y$) puede tener una resistencia laminar (R_s) de desde aproximadamente 7 a 50 ohmios/cuadrado, más preferentemente de desde aproximadamente 10 a 25 ohmios/cuadrado y del modo más preferente de desde aproximadamente 10 a 15 ohmios/cuadrado usando un espesor no limitante de ejemplo de referencia de desde aproximadamente 1.000 a 2.000 angstroms, aunque son posibles otros espesores, especialmente pueden usarse otros espesores más pequeños en aplicaciones de baja E.

La deposición por pulverización catódica de un TCO (óxido conductivo transparente) a aproximadamente temperatura ambiente sería deseable para un electrodo frontal en un dispositivo fotovoltaico, dado que la mayor parte de las plataformas de fabricación de vidrio flotado no están equipadas con sistemas de calefacción *in-situ*. Además, una ventaja potencial adicional de las películas TCO depositadas por pulverización catódica es que éstas pueden incluir la integración de recubrimientos antirreflexión, reducción de resistividad y así sucesivamente. Por ejemplo, puede proporcionarse un recubrimiento antirreflexión sencillo o multicapa entre el sustrato de vidrio y el electrodo frontal TCO en aplicaciones fotovoltaicas. Como otro ejemplo, una capa reflectante de IR a base de plata puede depositarse por pulverización catódica sobre el $ZnO_x:Y$ o el $ZnAlO_x:Y$ en aplicaciones de recubrimiento de baja E.

En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, se proporciona un dispositivo fotovoltaico tal como se enuncia en la reivindicación 1.

En otros modos de realización de ejemplo de esta invención, se proporciona una estructura de electrodo para su uso en un dispositivo electrónico, tal como se enuncia en la reivindicación 7.

En aún otros modos de realización de ejemplo más de esta invención, se proporciona un artículo recubierto tal como se enuncia en la reivindicación 11. En las reivindicaciones dependientes pueden encontrarse más modos de realización ventajosos.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en corte transversal de un dispositivo fotovoltaico de ejemplo de acuerdo con un modo de realización de ejemplo de esta invención.

La Figura 2 es una vista en corte transversal de un dispositivo fotovoltaico de ejemplo de acuerdo con otro modo de realización de ejemplo de esta invención.

La Figura 3 es una vista en corte transversal de un dispositivo fotovoltaico de ejemplo de acuerdo con otro modo de realización de ejemplo de esta invención.

La Figura 4 es una vista en corte transversal de un artículo recubierto con un recubrimiento de baja E (baja emisividad) sobre el mismo de acuerdo con un modo de realización de ejemplo de esta invención.

Descripción detallada de modos de realización de ejemplo de la invención

Con referencia, ahora, más particularmente, a los dibujos, en los que numerales de referencia similares indican partes similares en todas las distintas vistas.

Dispositivos fotovoltaicos tales como células solares convierten la radiación solar y otros tipos de luz en energía eléctrica aprovechable. La conversión de energía tiene lugar, típicamente, como resultado del efecto fotovoltaico. La radiación solar (por ejemplo, la luz solar) que impacta sobre un dispositivo fotovoltaico y absorbida por una región activa de material semiconductor (por ejemplo, una película semiconductor que incluye una o más capas semiconductoras tales como capas a-Si, o cualquier otro material semiconductor adecuado) genera pares electrón-hueco en la región activa. Los electrones y los huecos pueden estar separados por un campo eléctrico de una unión en el dispositivo fotovoltaico. La separación de los electrones y huecos por la unión da como resultado la generación de una corriente y tensión eléctrica. En determinados modos de realización de ejemplo, los electrones fluyen hacia la región del material semiconductor que tiene conductividad de tipo n y los huecos fluyen hacia la región del semiconductor que tiene conductividad de tipo p. La corriente puede fluir a través de un circuito externo que conecta la región de tipo n con la región de tipo p mientras la luz continúa generando pares electrón-hueco en el dispositivo fotovoltaico.

ES 2 347 494 T3

En determinados modos de realización de ejemplo, los dispositivos fotovoltaicos de silicio amorfo (a-Si) de unión simple incluyen tres capas semiconductoras que componen una película semiconductor. En particular, una capa p, una capa n y una capa i que es intrínseca. La película de silicio amorfo (que puede incluir una o más capas tales como capas de tipo p, n e i) puede ser de silicio amorfo hidrogenado en determinados casos, pero también puede ser de, o incluir, silicio-carbono amorfo hidrogenado o silicio-germanio amorfo hidrogenado, o similares, en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención. Por ejemplo y sin limitación, cuando un fotón de luz se absorbe en la capa i, esto genera una unidad de corriente eléctrica (un par electrón-hueco). Las capas p y n, que contienen iones dopantes cargados, establecen un campo eléctrico a través de la capa i que extrae la carga eléctrica de la capa i y la envía a un circuito externo opcional donde puede suministrar energía a componentes eléctricos. Hay que notar que mientras determinados modos de realización de ejemplo de esta invención se dirigen hacia dispositivos fotovoltaicos a base de silicio amorfo, esta invención no está tan limitada y puede usarse en determinados casos en relación con otros tipos de dispositivos fotovoltaicos, incluidos, pero no limitados a, dispositivos que incluyen otros tipos de material semiconductor, células solares tándem de película fina y similares.

Determinados modos de realización de ejemplo de esta invención pueden ser también aplicables a dispositivos fotovoltaicos de tipo CdS/CdTe, especialmente debido a las elevadas temperaturas de procesamiento que se utilizan frecuentemente en la fabricación de dispositivos fotovoltaicos de tipo CdTe. Además, electrodos de acuerdo con diferentes modos de realización de esta invención pueden usarse también en relación con dispositivos fotovoltaicos de tipo CIS/CIGS y/o tándem a-Si.

La Fig. 1 es una vista en corte transversal de un dispositivo fotovoltaico de acuerdo con un modo de realización de ejemplo de esta invención. El dispositivo fotovoltaico incluye un sustrato 1 frontal transparente de vidrio, electrodo o contacto 3 frontal que es, o incluye, un TCO tal como $ZnO_x:Y$ y/o $ZnAlO_x:Y$, una película 5 semiconductor activa de una o más capas semiconductoras, electrodo o contacto 7 posterior que puede ser un TCO o un metal, un encapsulante 9 o adhesivo opcional de un material tal como etilvinilacetato (EVA), polivinilbutiral (PVB) o similares y un sustrato 11 posterior opcional de un material tal como vidrio. La(s) capa(s) semiconductor(s) de la película 5 pueden ser de a-Si o de otro material adecuado. Desde luego, el dispositivo puede estar provisto de otra(s) capa(s) que no se muestran, como entre el sustrato 1 frontal de vidrio y el contacto 3 frontal, o entre otras capas del dispositivo.

Se ha encontrado que dopando un electrodo 3 de TCO a base de óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio con pequeñas cantidades de itrio (Y), la capa 3 de TCO puede mejorarse en uno o más aspectos. Por ejemplo, dopando un electrodo 3 a base de óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio con una pequeña cantidad de itrio (Y), el electrodo 3 resultante puede lograr una pérdida de conductividad reducida a temperaturas elevadas. Como otro ejemplo, dopando un electrodo 3 a base de óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio con una pequeña cantidad de itrio (Y), el electrodo resultante puede lograr una transformación estructural reducida o nula a temperaturas elevadas (por ejemplo, de al menos aproximadamente 400 grados C, o incluso posiblemente de al menos aproximadamente 550, 600 ó 625 grados C). Así, en determinados modos de realización de ejemplo, la adición del itrio (Y) al electrodo 3 a base de óxido de cinc u óxido de cinc y aluminio tiene la ventaja de que la pérdida potencial de conductividad del electrodo 3 puede reducirse o evitarse si se expone a altas temperaturas. El electrodo 3 sustancialmente transparente tiene una transmisión en visible de al menos aproximadamente el 50%, más preferentemente de al menos aproximadamente el 60%, incluso más preferentemente de al menos aproximadamente el 70% o el 80%, en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención.

En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo ($ZnO_x:Y$ o $ZnAlO_x:Y$) 3 puede depositarse por pulverización catódica en una forma no estequiométrica deficiente en oxígeno o puede depositarse de cualquier otro modo adecuado, sobre el sustrato 1 de vidrio o plástico. Puede usarse la pulverización catódica a aproximadamente temperatura ambiente para la deposición del electrodo 3 en determinados casos de ejemplo, aunque en determinados casos pueden usarse otras técnicas en vez de ésta. Por ejemplo, el electrodo 3 puede depositarse por pulverización catódica usando una diana(s) cerámica(s) fabricada(s) de ZnO_x o $ZnAlO_x$ dopada(s) con Y y/o Y_2O_3 . Alternativamente, el electrodo 3 puede depositarse por pulverización catódica en una atmósfera inclusiva de gas oxígeno (y posiblemente gas argón, o cualquier otro gas adecuado) usando una diana(s) metálica(s) o sustancialmente metálica(s) fabricada(s) de Zn o ZnAl dopado con Y; la composición o mezcla de gas puede elegirse con el fin de hacer subestequiométrico el material depositado inicialmente en determinados casos de ejemplo.

En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo o película 3 de TCO (por ejemplo $ZnO_x:Y$ o $ZnAlO_x:Y$) presenta una resistencia laminar (R_s) de desde aproximadamente 7 a 50 ohmios/cuadrado, más preferentemente de desde aproximadamente 10 a 25 ohmios/cuadrado, y del modo más preferente de desde aproximadamente 10 a 15 ohmios/cuadrado usando un espesor no limitante de ejemplo de referencia de desde aproximadamente 1.000 a 2.000 angstroms, aunque son posibles otros espesores, especialmente espesores más pequeños en aplicaciones de baja E.

En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo o película 3 de $ZnO_x:Y$ y/o $ZnAlO_x:Y$ contiene de desde aproximadamente el 0,001 al 5,0% de itrio, más preferentemente de desde el 0,005 al 1,0% de itrio, incluso más preferentemente de desde el 0,01 al 0,10% de itrio, de modo aún más preferente de desde aproximadamente el 0,01 al 0,02% de itrio (en% en peso). De un modo similar, la(s) diana(s) de pulverización catódica de ZnY, ZnAlY, $ZnO_x:Y$ y/o $ZnAlO_x:Y$ que se usan para depositar por pulverización catódica el electrodo o película 3 pueden contener de desde aproximadamente el 0,001 al 5,0% de itrio, más preferentemente de desde el 0,005 al 1,0% de itrio, incluso más preferentemente de desde el 0,01 al 0,50% de itrio, de modo aún más preferente de desde

ES 2 347 494 T3

aproximadamente el 0,05 al 0,20% de itrio (en% en peso). Se ha encontrado que la presencia de itrio en estas cantidades es muy eficaz en la reducción de la pérdida de conductividad y/o la transformación estructural del electrodo 3 en la exposición a temperaturas elevadas tales como al menos aproximadamente 400 grados C, posiblemente al menos aproximadamente 550, 600 ó 625 grados C. Se advierte que un contenido en itrio semejante puede usarse en relación con cada uno de los modos de realización de Figs. 1 a 4, en conexión con determinados modos de realización de ejemplo de esta invención.

Además, en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo o película 3 de ZnOx:Y y/o ZnAlOx:Y contiene desde aproximadamente el 0 al 10% de Al, más preferentemente desde aproximadamente el 0,5 al 7% de Al y ocasionalmente desde aproximadamente el 1 al 4% de Al. En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo o película 3 de ZnOx:Y y/o ZnAlOx:Y contiene desde aproximadamente el 10 al 75% de Zn, más preferentemente desde aproximadamente el 30 al 65% de Zn. En determinados modos de realización de ejemplo, el electrodo o película 3 de ZnOx:Y y/o ZnAlOx:Y contiene más cinc que itrio, más preferentemente al menos dos o tres veces más cinc que itrio. Además, en determinados modos de realización de ejemplo, el electrodo o película 3 de ZnOx:Y y/o ZnAlOx:Y puede contener más aluminio que itrio, posiblemente al menos dos o tres veces más aluminio que itrio.

En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo o contacto 3 frontal de TCO está sustancialmente exento, o completamente exento, de flúor. Esto puede ser ventajoso en cuestiones de contaminación. En determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, el electrodo 3 frontal puede tener una resistencia laminar (R_s), antes y/o después del tratamiento térmico, de desde aproximadamente 7 a 50 ohmios/cuadrado, más preferentemente de desde aproximadamente 10 a 25 ohmios/cuadrado y del modo más preferente de desde aproximadamente 10 a 15 ohmios/cuadrado usando un espesor no limitante de ejemplo de referencia de desde aproximadamente 1.000 a 2.000 angstroms, con el fin de asegurar una conductividad adecuada.

Una ventaja potencial adicional de las películas de TCO depositadas por pulverización catódica para electrodos/contactos 3 frontales es que pueden permitir la integración de un recubrimiento antirreflexión y/o de compresión de color (no se muestra) entre el electrodo 3 frontal y el sustrato 1 de vidrio. El recubrimiento antirreflexión (no se muestra) puede incluir una o múltiples capas en diferentes modos de realización de esta invención. Por ejemplo, el recubrimiento antirreflexión puede incluir una capa dieléctrica de índice refractivo alto inmediatamente adyacente al sustrato 1 de vidrio y otra capa de un dieléctrico de índice refractivo inferior inmediatamente adyacente al electrodo 3 frontal. De este modo, ya que el electrodo 3 frontal está sobre el sustrato 1 de vidrio, se apreciará que la palabra "sobre" tal como se usa en la presente abarca tanto directamente sobre como indirectamente sobre con otras capas entre los mismos.

El sustrato de vidrio frontal 1 y/o el sustrato posterior 11, en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención, pueden estar fabricados de vidrio a base de sosa-cal-sílice. Aunque los sustratos 1, 11 pueden ser de vidrio en determinados modos de realización de esta invención, otros materiales tales como cuarzo o similares pueden usarse en vez de éste. Como el electrodo 3, el sustrato 1 puede o no puede estar estampado en diferentes modos de realización de ejemplo de esta invención. Además, el sustrato posterior o superestrato 11 es opcional en determinados casos. El vidrio 1 y/o 11 puede o no puede templarse térmicamente en diferentes modos de realización de esta invención.

La región o película semiconductor activa 5 puede incluir una o más capas y puede ser de cualquier material adecuado. Por ejemplo, la película semiconductor activa 5 de un tipo de dispositivo fotovoltaico de silicio amorfo (a-Si) de unión única incluye tres capas semiconductoras, es decir, una capa p, una capa n y una capa i. Estas capas de película 5 a base de silicio amorfo pueden ser, en determinados casos, de silicio amorfo hidrogenado, pero también pueden ser para incluir, silicio-carbono amorfo hidrogenado o silicio-germanio amorfo hidrogenado u otro(s) material (es) adecuado(s) en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención. Es posible que la región activa 5 sea de tipo de unión doble en modos de realización alternativos de esta invención.

El contacto, reflector y/o electrodo posterior 7 del dispositivo fotovoltaico pueden ser de cualquier material eléctricamente conductivo adecuado. Por ejemplo y sin limitación, el contacto o electrodo posterior 7 opcional puede ser de un TCO y/o un metal en determinados casos. Ejemplos de materiales de TCO para usar como contacto o electrodo posterior 7 incluyen óxido de indio y cinc, óxido de indio y estaño (ITO), óxido de estaño y/o óxido de cinc que están dopados con aluminio (que pueden o no pueden estar dopados con plata). Es posible que el electrodo posterior 7 esté fabricado del mismo material de ZnOx:Y y/o ZnAlOx:Y o similares que se analiza en la presente con respecto al electrodo 3, en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención. El TCO del electrodo posterior 7 puede ser del tipo de capa única o del tipo de capa múltiple en distintos casos. Además, el electrodo o contacto posterior 7 puede incluir una parte de TCO y una parte de metal en determinados casos. Por ejemplo, en un modo de realización de ejemplo de capa múltiple, la parte de TCO del contacto posterior 7 puede incluir una capa de un material tal como óxido de indio y cinc (que puede o no estar dopado con plata o similares), óxido de indio y estaño (ITO), ZnOx:Y y/o ZnAlOx:Y, óxido de estaño y/u óxido de cinc dispuesta de la forma más cercana a la región activa 5 y otra capa conductiva y posiblemente reflectante de un material tal como plata, molibdeno, platino, acero, hierro, niobio, titanio, cromo, bismuto, antimonio o aluminio más alejada de la región 5 y más cercana al sustrato 11. La parte de metal puede estar más cerca del sustrato 11 que la parte de TCO del contacto/electrodo posterior 7.

El módulo fotovoltaico puede estar encapsulado o parcialmente cubierto con un material encapsulante tal como el encapsulante 9 en determinados modos de realización de ejemplo. Un encapsulante o adhesivo de ejemplo para la

capa 9 es EVA. No obstante, en vez de éste, pueden usarse para la capa 9, en distintos casos, otros materiales tales como PVB, plástico tipo Tedlar, plástico tipo Nuvasil, plástico tipo Tefzel o similares.

La Fig. 2 es una vista en corte transversal de un dispositivo fotovoltaico de acuerdo con otro modo de realización de ejemplo de esta invención. El dispositivo de Fig. 2 es similar al de Fig. 1, excepto en que el electrodo/reflector posterior 7 se ilustra en la Fig. 2 de forma que incluye una parte de TCO 7a y una parte de metal 7b. Por ejemplo, en un modo de realización de ejemplo de capa múltiple, la parte de TCO 7a de un material tal como óxido de indio y cinc (que puede o no estar dopado con plata o similares), óxido de indio y estaño (ITO), $ZnO_x:Y$ y/o $ZnAlO_x:Y$, óxido de estaño y/o óxido de cinc dispuesta de la forma más cercana a la región activa 5 y otra capa conductiva y posiblemente reflectante 7b de un material tal como plata, molibdeno, platino, acero, hierro, niobio, titanio, cromo, bismuto, antimonio o aluminio, más alejada de la región activa 5 y más cercana al sustrato 11.

La Fig. 3 es una vista en corte transversal de un dispositivo fotovoltaico de tipo CdTe de acuerdo con otro modo de realización de ejemplo de esta invención. El dispositivo de Fig. 3, en este ejemplo particular, es similar al de las Figs. 2-3 excepto en que la película semiconductor 5 se muestra de forma que incluye una capa 5a que incluye, o a base de, CdS, y una capa 5b que incluye, o a base de, CdTe y se usa plata como material de ejemplo para el electrodo o reflector posterior 7 en el presente ejemplo.

La Fig. 4 es un ejemplo de un artículo recubierto que incluye un recubrimiento de baja emisividad (baja E) sobre un sustrato 1 de vidrio. El sustrato 1 de vidrio puede templarse térmicamente en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención. Ejemplos de recubrimientos de baja E se divulgan en las patentes U.S. n^{os} 6.686.050, 7.153.579, 7.090.921 y 6.936.347, las divulgaciones de las cuales se incorporan en su totalidad de este modo en la misma por referencia. Un recubrimiento de baja E incluye típicamente al menos una capa reflectante de IR o incluye un material reflector de IR (infrarrojos) tal como Ag, Au o similares, donde la capa reflectante de IR está intercalada entre al menos la primera y segunda capa dieléctrica o similares. En el modo de realización de Fig. 4, el recubrimiento de baja E incluye sobre el sustrato 1 de vidrio, al menos: una capa dieléctrica 20 de un material tal como nitruro de silicio o cualquier otro dieléctrico adecuado, una capa 30 de, o que incluye, $ZnO_x:Y$ y/o $ZnAlO_x:Y$, una capa reflectante de IR 40 de, o que incluye, Ag, Au o similares, una capa de contacto 50 que está en contacto directo con la capa reflectante de IR (la capa de contacto puede estar fabricada de un metal u óxido metálico tal como $NiCrO_x$, óxido de cinc o similares), y una capa dieléctrica 60 de, o que incluye, un material tal como nitruro de silicio o similares. Desde luego, pueden usarse otros materiales para dichas capas 20, 40, 50 y 60, una o más de estas capas puede eliminarse y/u otras capas pueden añadirse. La capa 30 a base de $ZnO_x:Y$ y/o $ZnAlO_x:Y$ es la misma que la capa 3 en las Figs. 1-3, excepto que la capa 30 a base de $ZnO_x:Y$ y/o $ZnAlO_x$ puede o no ser conductiva, y puede tener un espesor de desde aproximadamente 50 a 500 angstroms, más preferentemente de desde aproximadamente 70 a 200 angstroms en determinadas aplicaciones de recubrimiento de baja E. El artículo recubierto de Fig. 4 puede, por ejemplo, tener una transmisión en visible de al menos aproximadamente el 50%, 60% ó 70% y puede tener una resistencia laminar (R_s) de no más de aproximadamente 20 ohmios/cuadrado, más preferentemente de no más de aproximadamente 10, 8 ó 6 ohmios/cuadrado en determinados modos de realización de ejemplo de esta invención. El artículo recubierto de Fig. 4 puede usarse como ventana de vehículo, o como ventana o parte de una ventana de un edificio, bloqueando la capa reflectante de IR cantidades significativas de radiación IR en la ventana.

Aunque la invención se ha descrito con relación a lo que se considera actualmente que es el modo de realización más práctico y preferente, se entiende que la invención no está limitada al modo de realización divulgado, sino que, por el contrario, se pretende que abarque varias modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

Otros ejemplos preferentes de la invención:

1. Un dispositivo fotovoltaico que comprende:

un sustrato de vidrio frontal;

una película semiconductor;

un electrodo frontal eléctricamente conductivo y sustancialmente transparente ubicado entre al menos el sustrato de vidrio frontal y la película semiconductor; y

en el que el electrodo frontal comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio, dopados con desde aproximadamente el 0,001 al 5,0% de itrio, en el que el electrodo frontal está también dopado con aluminio.

2. El dispositivo fotovoltaico del modo de realización 1, en el que el electrodo frontal contiene desde aproximadamente el 0,005 al 1,0% de itrio.

3. El dispositivo fotovoltaico del modo de realización 1, en el que el electrodo frontal contiene desde aproximadamente el 0,01 al 0,50% de itrio.

4. El dispositivo fotovoltaico del modo de realización 1, en el que el electrodo frontal contiene desde aproximadamente el 0,05 al 0,20% de itrio.

ES 2 347 494 T3

5. El dispositivo fotovoltaico del modo de realización 1, que además comprende un sustrato de vidrio posterior y un electrodo posterior ubicado entre al menos el sustrato de vidrio posterior y la película semiconductor.
6. El dispositivo fotovoltaico del modo de realización 1, en el que la película semiconductor comprende al menos una capa que comprende silicio amorfo.
7. El dispositivo fotovoltaico del modo de realización 1, en el que la película semiconductor comprende al menos una capa que comprende CdTe.
8. El dispositivo fotovoltaico del modo de realización 1, que comprende además una capa que comprende EVA ubicada entre un sustrato de vidrio posterior y un electrodo posterior.
9. El dispositivo fotovoltaico del modo de realización 1, en el que el electrodo frontal tiene una resistencia laminar (R_s) de desde aproximadamente 7-50 ohmios/cuadrado.
10. El dispositivo fotovoltaico del modo de realización 1, en el que el electrodo frontal tiene una resistencia laminar (R_s) de no más de aproximadamente 15 ohmios/cuadrado.
11. Una estructura de electrodo para usar en un dispositivo electrónico, comprendiendo la estructura de electrodo:
un sustrato;
un electrodo eléctricamente conductivo y sustancialmente transparente soportado por al menos el sustrato; y
en el que el electrodo comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio, dopado con desde aproximadamente el 0,001 al 5,0% de itrio y en el que el electrodo frontal está también dopado con aluminio.
12. La estructura de electrodo del modo de realización 11, en la que el electrodo consiste esencialmente en óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio, dopado con desde aproximadamente el 0,001 al 5,0% de itrio.
13. La estructura de electrodo del modo de realización 11, en la que el electrodo contiene desde aproximadamente el 0,005 al 1,0% de itrio y en el que el sustrato es de vidrio.
14. La estructura de electrodo del modo de realización 11, en la que el electrodo contiene desde aproximadamente el 0,01 al 0,50% de itrio.
15. La estructura de electrodo del modo de realización 11, en la que se proporciona una película semiconductor sobre el electrodo.
16. La estructura de electrodo del modo de realización 11, en la que el electrodo contiene al menos algo de aluminio y tiene una resistencia laminar (R_s) de no más de aproximadamente 50 ohmios/cuadrado.
17. Un artículo recubierto que comprende:
un recubrimiento de baja E soportado por un sustrato de vidrio;
el recubrimiento de baja E comprende al menos una capa reflectante de IR, proporcionándose la capa reflectante de IR sobre una capa que comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio, la capa que comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio estando dopada con desde aproximadamente el 0,001 al 5% de itrio y en el que la capa está también dopada con aluminio.
18. El artículo recubierto del modo de realización 17, en el que la capa que comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio contiene desde aproximadamente el 0,001 al 5,0% de itrio.
19. El artículo recubierto del modo de realización 17, en el que la capa reflectante de IR está ubicada sobre y en contacto directo con la capa que comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio dopada con itrio.
20. El artículo recubierto del modo de realización 17, en el que la capa que comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio contiene desde aproximadamente el 0,01 al 0,50% de itrio.
21. El artículo recubierto del modo de realización 17, en el que la capa reflectante de IR comprende Ag y el artículo recubierto tiene una transmisión en visible de al menos aproximadamente el 50%.
22. El artículo recubierto del modo de realización 17, en el que el artículo recubierto se usa en una ventana de un edificio o un vehículo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo fotovoltaico que comprende:
- un sustrato de vidrio frontal;
- una película semiconductor;
- 10 un electrodo frontal eléctricamente conductivo y sustancialmente transparente ubicado entre al menos el sustrato de vidrio frontal y la película semiconductor; y
- 15 en el que el electrodo frontal comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio dopados con desde aproximadamente el 0,001 al 5,0% de itrio y se **caracteriza** porque el electrodo frontal está también dopado con aluminio.
- 20 2. El dispositivo fotovoltaico de la reivindicación 1, en el que el electrodo frontal contiene desde aproximadamente el 0,005 al 1,0% de itrio, en particular desde aproximadamente el 0,01 al 0,50% de itrio y en particular desde aproximadamente el 0,05 al 0,20% de itrio.
3. El dispositivo fotovoltaico de la reivindicación 1, que además comprende un sustrato de vidrio posterior y un electrodo posterior ubicado entre al menos el sustrato de vidrio posterior y la película semiconductor.
- 25 4. El dispositivo fotovoltaico de la reivindicación 1, en el que la película semiconductor comprende al menos una capa que comprende silicio amorfo.
5. El dispositivo fotovoltaico de la reivindicación 1, en el que la película semiconductor comprende al menos una capa que comprende CdTe.
- 30 6. El dispositivo fotovoltaico de la reivindicación 1, en el que el electrodo frontal tiene una resistencia laminar (R_s) de desde aproximadamente 7 a 50 ohmios/cuadrado, en particular de no más de aproximadamente 15 ohmios/cuadrado.
- 35 7. Una estructura de electrodo para su uso en un dispositivo electrónico, comprendiendo la estructura de electrodo:
- un sustrato;
- un electrodo eléctricamente conductivo y sustancialmente transparente soportado por al menos el sustrato; y
- 40 en la que el electrodo comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio, dopados con desde aproximadamente el 0,001 al 5,0% de itrio y se **caracteriza** porque el electrodo está también dopado con aluminio.
- 45 8. La estructura de electrodo de la reivindicación 7, en la que el electrodo consiste esencialmente en óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio, dopados con desde aproximadamente el 0,001 al 5,0% de itrio, en particular desde aproximadamente el 0,005 al 1,0% de itrio, en particular desde aproximadamente el 0,01 al 0,50% de itrio y en particular en la que el sustrato es de vidrio.
- 50 9. La estructura de electrodo de la reivindicación 7, en la que se proporciona una película semiconductor sobre el electrodo.
10. La estructura de electrodo de la reivindicación 7, en la que el electrodo contiene al menos algo de aluminio y presenta una resistencia laminar (R_s) de no más de aproximadamente 50 ohmios/cuadrado.
- 55 11. Un artículo recubierto que comprende:
- un recubrimiento de baja E soportado por un sustrato de vidrio;
- 60 el recubrimiento de baja E comprende al menos una capa reflectante de IR, proporcionándose la capa reflectante de IR sobre una capa que comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio, estando dopada la capa que comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio con desde aproximadamente el 0,001 al 5% de itrio y se **caracteriza** porque la capa está también dopada con aluminio.
- 65 12. El artículo recubierto de la reivindicación 11, en el que la capa que comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio contiene desde aproximadamente el 0,01 al 0,50% de itrio.

ES 2 347 494 T3

13. El artículo recubierto de la reivindicación 11, en el que la capa reflectante de IR está ubicada sobre y en contacto directo con la capa que comprende óxido de cinc y/u óxido de cinc y aluminio dopada con itrio.

5 14. El artículo recubierto de la reivindicación 11, en el que la capa reflectante de IR comprende Ag y el artículo recubierto presenta una transmisión visible de al menos aproximadamente el 50%.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

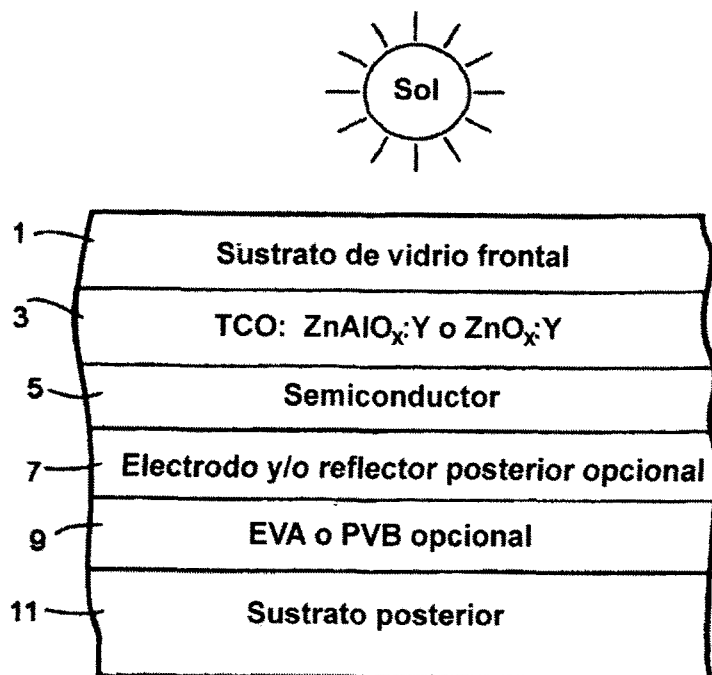


FIG. 1

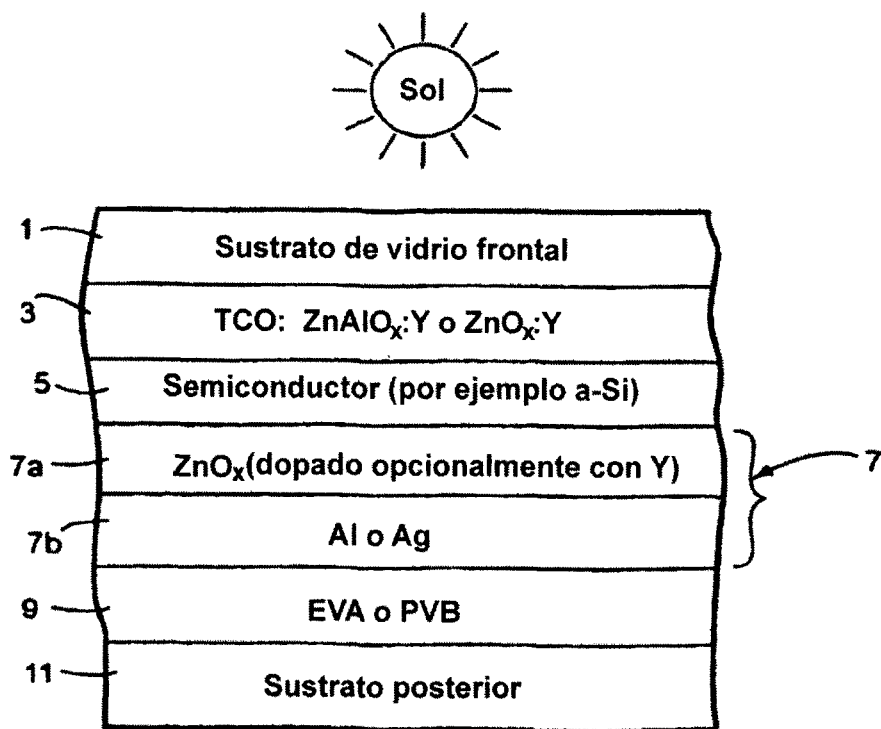


FIG. 2

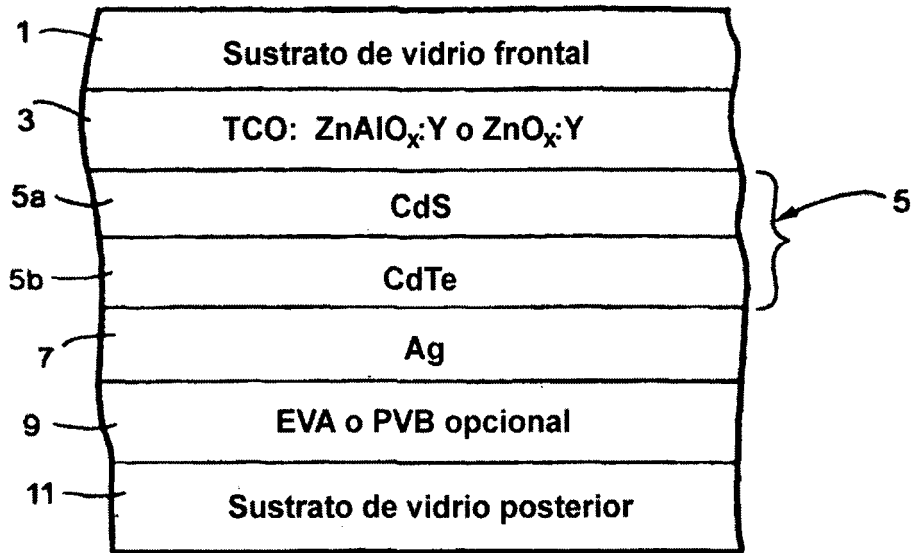
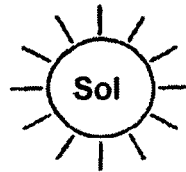


FIG. 3

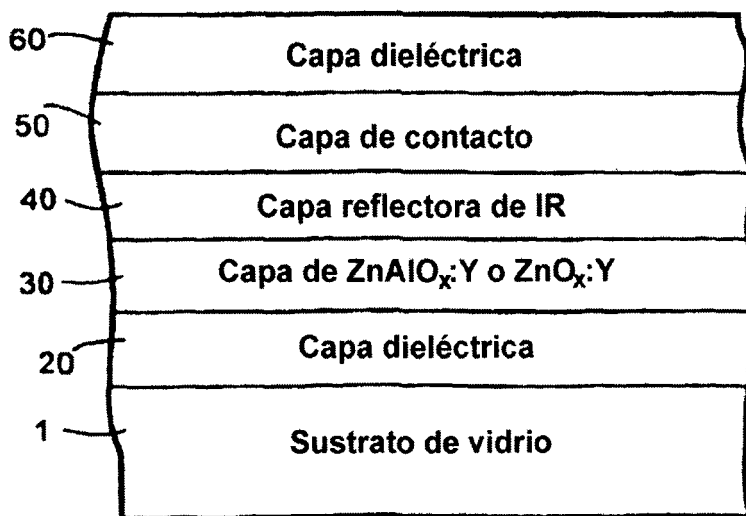


FIG. 4