

OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 975 275**

⑮ Int. Cl.:

**H01L 31/0224** (2006.01)  
**H01L 31/0392** (2006.01)  
**H10K 102/10** (2013.01)  
**H10K 30/82** (2013.01)  
**H10K 50/816** (2013.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2018** PCT/PL2018/000008

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2018** WO18139945

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2018** E 18711714 (8)

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2024** EP 3574528

---

④ Título: **Lámina optoelectrónica y método de fabricación de lámina optoelectrónica**

⑩ Prioridad:

**25.01.2017 PL 42030017**

⑤ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**04.07.2024**

⑦ Titular/es:

**SAULE SPOLKA AKCYJNA (100.0%)**  
Dunska 11  
54-427 Wrocław, PL

⑦ Inventor/es:

**WOJCIECHOWSKI, KONRAD;**  
**MALINKIEWICZ, OLGA;**  
**BURSA, BARTOSZ;**  
**PRIETO RUIZ, JUAN PABLO;**  
**WILK, BARBARA y**  
**KUPCZUNAS, ARTUR**

⑦ Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 975 275 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

Lámina optoelectrónica y método de fabricación de lámina optoelectrónica

La presente invención se refiere a una lámina optoelectrónica y a un método para su producción.

En términos de diseño, la lámina optoelectrónica consta de un sustrato de lámina de polímero flexible y un electrodo transparente. Es la base para la construcción de un amplio arreglo de dispositivos optoelectrónicos que se producen sobre dichas láminas utilizando una variedad de técnicas. Los dispositivos optoelectrónicos, para cuya construcción se utilizan láminas optoelectrónicas, incluyen visualizadores de emisión flexibles (OLED, QD LCD), dispositivos fotovoltaicos flexibles, sensores de pantalla táctil, memoria de acceso aleatorio (RAM) flexible y sensores de gas.

La desventaja de las láminas flexibles optoelectrónicas reside en la escasa estanqueidad del sustrato flexible constituido por láminas poliméricas con un alto coeficiente de permeabilidad al oxígeno y al agua, lo que resulta en una corta vida útil de los dispositivos optoelectrónicos. Especialmente los dispositivos que contienen materiales orgánicos en capas activas, por ejemplo, los OLED (diodos emisores de luz orgánicos), son sensibles a las condiciones climáticas. La humedad y la penetración de oxígeno del aire provocan la degradación del material activo, lo que, como resultado, impide la operación del dispositivo optoelectrónico.

Se conocen diversas tecnologías para la producción de capas protectoras en la estructura de láminas optoelectrónicas diseñadas para prolongar la vida útil de dispositivos optoelectrónicos, que incluyen:

- Técnica de encapsulación "contención y llenado". Durante este proceso, se distribuye un fluido de alta viscosidad, formando una barrera rectangular alrededor del dispositivo (por ejemplo, un OLED). Dicho fluido se distribuye durante el proceso de aplicación de gotitas para llenar el espacio entre el sustrato y la película de barrera dentro de la barrera. Este método se caracteriza por su simplicidad y alta estabilidad;

• técnica de sellado utilizando una fina lámina multicapa, es decir, "encapsulación de película fina" (TFE). Las tecnologías TFE más comunes incluyen la deposición química de vapor mejorada por plasma (PECVD) y la deposición de capas atómicas (ALD);

• La deposición química de vapor mejorada con plasma (PECVD) implica la preparación de una barrera inorgánica e inorgánica u orgánica y orgánica, y el proceso suele utilizar nitruro de silicio o dióxido de silicio; la ventaja de esta técnica radica en el proceso a baja temperatura (por debajo de 600°C) y la posibilidad de deposición de fases en desequilibrio, así como la pureza relativamente alta de los recubrimientos resultantes;

• técnica de deposición de capas atómicas (ALD), que implica depositar una película de barrera; esta técnica utiliza, por ejemplo, óxidos y nitruros de aluminio para deposición; La ventaja de este método es que permite obtener recubrimientos caracterizados por una estanqueidad relativamente buena.

Además, algunas técnicas conocidas para mejorar las características de barrera y el sellado general de un visualizador FOLED (diodo emisor de luz orgánico flexible) implican el uso de láminas de vidrio o metal ultrafinas. La ventaja de este tipo de soluciones es la obtención de láminas con buenas propiedades de permeabilidad a los gases, mientras que el inconveniente es que las láminas obtenidas son mate, opacas y se dañan fácilmente.

Además, la literatura de patente divulga estructuras de materiales conductores utilizados para la construcción de dispositivos optoelectrónicos.

La solicitud de patente internacional WO2015/179834A1 divulga una estructura de una película conductora que consiste en plata (Ag) en una cantidad no menor al 80% del contenido atómico total de la película conductora y un metal conductor seleccionado del grupo que consiste en: Al, Ti, Ni, Cr, Au, Mg, Ta, Ge en una cantidad no mayor al 20% del contenido atómico total de la película conductora. El proceso de fabricación de la capa eléctricamente conductora comprende la codeposición de oro, cobre y un metal conductor sobre un sustrato para formar una película conductora continua. Sin embargo, el documento WO2015/179834A1 no proporciona información sobre el método para preparar una capa de barrera para limitar la penetración de humedad u oxígeno en la película conductora. En las publicaciones de patente EP2871681A1 y US2014/054578A1 se divulgán ejemplos de estructuras que divultan un sustrato, una capa de barrera y una capa conductora.

Por lo tanto, es deseable proporcionar una estructura de lámina optoelectrónica flexible con propiedades de barrera mejoradas contra partículas de gas y vapor de agua, lo que permitiría la fabricación de dispositivos optoelectrónicos con una vida útil prolongada sin deterioro de la transparencia de todo el material de la lámina. También es deseable proporcionar la lámina optoelectrónica, que sería útil tanto para dispositivos pasivos que incorporan soluciones de barrera como para dispositivos optoelectrónicos activos que incluyen electrodos flexibles y transparentes.

La invención se refiere a una lámina optoelectrónica y a un método para fabricar una lámina optoelectrónica de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

Ahora se describirá una realización de la presente invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

La figura 1 muestra esquemáticamente una sección transversal de la estructura de una lámina optoelectrónica de acuerdo con una realización de la presente invención;

5 La figura 2 muestra un diagrama de flujo del proceso de fabricación de láminas optoelectrónicas, y

La figura 3 muestra esquemáticamente una sección transversal de la estructura de una lámina optoelectrónica de acuerdo con otra realización de la presente invención.

La lámina optoelectrónica de acuerdo con la invención tiene una transparencia no menor al 50% y se caracteriza por una baja permeabilidad al vapor de agua, ya que la tasa de transmisión de vapor de agua (WVTR) de la lámina 10 optoelectrónica está entre  $10^{-3}$  y  $10^{-6}$  g/m<sup>2</sup> por día. Debido a sus propiedades optoelectrónicas y su alta transparencia, la lámina se puede utilizar para la fabricación de diversos dispositivos, incluidos, entre otros, dispositivos del campo de la optoelectrónica de imágenes y la optoelectrónica fotovoltaica. Por ejemplo, la lámina se puede utilizar para la fabricación de visualizadores OLED flexibles o LCD QD, en sistemas fotovoltaicos, incluidos, entre otras, celdas fotovoltaicas transparentes y ultrafinas que se pueden colocar en cristales de ventanas, pantallas de ordenadores,

10 15 15 teléfonos móviles, prendas de vestir y otros artículos de uso diario. Debido a sus propiedades de barrera mejoradas y su vida útil mejorada, la lámina también se puede utilizar en la industria automotriz o de la construcción.

La figura 1 ilustra esquemáticamente la lámina optoelectrónica en una sección transversal, mostrando la construcción de la lámina en capas.

20 La lámina optoelectrónica tiene un sustrato 11 con una capa 12 de barrera sobre la que se deposita una capa 13 conductora que comprende al menos una capa 131 de óxido y al menos una capa 132 metálica.

El sustrato 11 de la lámina 10 optoelectrónica puede estar hecho de una variedad de materiales de sustrato transparentes seleccionados del grupo que consiste en plásticos y/o plásticos con nanocompuestos de materiales inorgánicos. Por ejemplo, los plásticos para el sustrato 11 pueden proporcionarse en forma de al menos un tipo de material seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno (PET), polietileno naftaleno (PEN), polietileno (PE), polipropileno (PP), polietersulfona (PES), poliimida (PI), poliestireno (PS), etileno/tetrafluoroetileno (ETFE) y polímeros se evaporaron sobre la superficie del grupo de poli-p-xileno denominados colectivamente parileno.

25 30 La capa 12 de barrera de la lámina 10 tiene una función de barrera e impide la penetración de humedad y oxígeno desde el sustrato 11 hacia la capa 13 conductora, asegurando así una reducción significativa de los procesos de degradación de la capa conductora que constituye el elemento optoelectrónico de la lámina 10 y de las capas activas del dispositivo que pueden depositarse sobre la lámina 10 optoelectrónica.

35 La capa 12 de barrera consta de al menos un material seleccionado del grupo formado por óxidos de silicio ( $SiO_x$ ), óxidos de aluminio ( $Al_2O_3$ ,  $AlO_xN_y$ ), óxidos de titanio ( $TiO_x$ ), oxinitruros de silicio SiON, nitruros de silicio ( $Si_3N_4$ ,  $SiN_x$ ), compuestos orgánicos de silicio ( $SiC_xH_y$ ), óxido de circonio ( $ZrO_2$ ), óxido de hafnio ( $HfO_2$ ), óxidos de cromo ( $CrO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $CrO_2$ ,  $CrO_3$ ,  $CrO_5$ ) y parileno. Más preferiblemente, la capa de barrera puede consistir en al menos dos materiales diferentes seleccionados del grupo que consiste en óxidos de silicio ( $SiO_x$ ), óxidos de aluminio ( $Al_2O_3$ ,  $AlO_xN_y$ ), óxidos de titanio ( $TiO_x$ ), oxinitruro de silicio SiON, nitruros de silicio ( $Si_3N_4$ ,  $SiN_x$ ), compuestos orgánicos de silicio ( $SiC_xH_y$ ), óxido de circonio ( $ZrO_2$ ), óxido de hafnio ( $HfO_2$ ), óxidos de cromo ( $CrO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $CrO_2$ ,  $CrO_3$ ,  $CrO_5$ ) y parileno.

40 45 50 En una realización, la capa de barrera puede adoptar, por ejemplo, la forma de una monocapa que consta de un solo material, tal como  $Al_2O_3$ . En otra realización, la capa de barrera puede tomar la forma de una monocapa que comprende al menos dos materiales diferentes y puede estar hecha, por ejemplo, de  $Al_2O_3$  dopado con  $TiO_2$ . En otra realización más, la capa 12 de barrera puede consistir en al menos dos materiales diferentes, y puede tomar la forma de una capa múltiple que comprende, dentro de la capa 12 de barrera, al menos dos subcapas apiladas una sobre otra, en donde cada subcapa puede estar hecha de material o materiales diferentes. Por ejemplo, la capa de barrera puede tener dos subcapas, donde una subcapa está hecha de  $Al_2O_3$  y la otra subcapa está hecha de  $TiO_2$ . Cada subcapa dentro de la capa 12 de barrera puede tener el mismo o diferente grosor, preferiblemente en el rango entre 5 y 500 nm, independientemente del grosor de otra subcapa.

Preferiblemente, la capa 12 de barrera puede comprender dos subcapas, cada una hecha de un material diferente, seleccionado del grupo de materiales enumerados anteriormente. La capa 12 de barrera puede tener un grosor total preferiblemente en el rango entre 5 y 1000 nm.

La capa 13 conductora es una capa activa optoelectrónica de la lámina con propiedades conductoras. La capa 13 conductora comprende al menos una capa 131, 133 de óxido y al menos una capa 132 metálica apiladas una sobre la otra.

Además, como se muestra en la figura 1, la capa conductora comprende al menos dos capas 131 y 133 de óxido, o más de dos capas de óxido, separadas por capas 132 metálicas para formar una arquitectura tipo sándwich. Todas las capas 131, 132, 133 están apiladas en la capa 13 conductora una sobre otra, sustancialmente en paralelo.

En cada realización de la capa 13 conductora, que comprende más de una, por ejemplo dos capas 131, 133 de óxido, la capa 131, 133 de óxido está hecha de al menos un óxido seleccionado del grupo que consiste en: ZnO, AZO (óxido de aluminio y zinc), SnO<sub>2</sub>, IZO (óxido de indio y zinc), FTO (óxido de flúor y estaño), ZTO (óxido de estaño y zinc), ITO (óxido de estaño e indio), GZO (óxido de zinc y galio), GIO (óxido de indio y galio), In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb:SnO<sub>2</sub>, IO:H (óxido de hidrógeno e indio), CdO, Zn<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>, ZnSnO<sub>3</sub>, Zn<sub>2</sub>In<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, NiOx, NiOx:Li, TiO<sub>x</sub>, ZnS, ZnSe, Te<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MoO<sub>x</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y WO<sub>3</sub>. En cada realización de la capa 13 conductora de la lámina 10 optoelectrónica, la capa 131, 133 de óxido puede tener preferiblemente un grosor en el rango entre 15 y 150 nm.

En una realización, la capa 131, 133 de óxido puede tomar la forma de una monocapa y consistir en un tipo de óxido, del grupo de óxidos enumerados anteriormente, por ejemplo, ZnO. En otra realización, la capa de óxido puede tomar la forma de una monocapa y consistir en más de un material, por ejemplo, la capa 131, 133 de óxido, en forma de una monocapa puede estar hecha de ZnO dopado con Al. En otra realización más, la capa 131, 133 de óxido puede consistir en al menos dos óxidos diferentes y puede tomar la forma de una multicapa que comprende, dentro de una capa 131, 133 de óxido, al menos dos subcapas, en donde cada subcapa está hecha de un material de óxido diferente que comprende al menos un óxido. Por ejemplo, la capa 131, 133 de óxido puede consistir en dos subcapas apiladas una sobre otra dentro de una capa 131, 133 de óxido, en donde una subcapa está hecha de ZnO y la otra subcapa está hecha de AZO o IZTO dopado con Al.

Dependiendo del uso previsto y de los parámetros requeridos, la lámina optoelectrónica puede comprender al menos dos capas 131, 133 de óxido, en donde una capa de óxido toma la forma de una monocapa y otra capa de óxido toma la forma de una multicapa que comprende al menos dos subcapas hechas de diferentes materiales de óxido. Además, en cada realización de la capa 13 conductora que comprende más de una capa de óxido, la capa 132 metálica está hecha de al menos un metal seleccionado del grupo que consiste en: Al, Ti, Ni, Cr, Au, Mg, Ta, Ge, Ag, Cu, Zr, Pt y W. Para cada realización de la capa 13 conductora de la lámina 10 optoelectrónica, la capa 132 metálica puede tener preferiblemente un grosor en el rango entre 2 y 20 nm.

Dependiendo de los parámetros de utilidad objetivo de la lámina optoelectrónica, la capa 13 conductora puede comprender, como se muestra esquemáticamente en la figura 1, dos capas 131, 133 de óxido, cada una de las cuales puede ser una capa múltiple o una monocapa, y una capa 132 metálica que separa las dos capas de óxido. En otra realización, la capa 13 conductora puede tener tres capas de óxido y dos capas metálicas apiladas dentro de la capa conductora una sobre la otra, de manera que cada una de las capas metálicas separe las dos capas de óxido adyacentes. En otra realización más, la capa conductora puede tener n capas 131, 133 de óxido, cada una de las cuales puede ser una capa múltiple o una monocapa, y n-1 capas metálicas apiladas una sobre la otra, de modo que cada capa 132 metálica separe dos capas 131, 133 de óxido adyacentes formando una estructura tipo sándwich, donde n es cualquier número seleccionado del conjunto de números naturales. Por ejemplo, n puede ser 2, 3, 4, 5, 6 o 7. Por ejemplo, n puede ser hasta 33 o n puede ser más de 33.

La figura 2 muestra esquemáticamente un método de fabricación de la lámina optoelectrónica.

Se prepara un material 11 de sustrato para producir la lámina optoelectrónica en el paso 21. El proceso de preparación implica una limpieza y activación minuciosas de la superficie del sustrato seleccionada. El proceso de limpieza y activación del paso 21 se implementa usando al menos una técnica seleccionada del grupo que consiste en tratamiento con plasma, tratamiento con descarga en corona, tratamiento con dióxido de carbono, limpieza con solventes tales como acetona, isopropanol, agua, o mezclas de acetona y agua o una mezcla de isopropanol y agua, así como tratamiento superficial con radiación ultravioleta (UV) y ozono.

Luego, en el paso 22, se deposita una capa 12 de barrera sobre la superficie limpia y activada del sustrato 11.

Dependiendo de la estructura de la capa 12 de barrera, el paso 22 puede incluir uno o más pasos. Por ejemplo, para formar una capa de barrera que tenga una estructura monocapa y esté hecha de al menos un tipo de material, por ejemplo, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dopado con TiO<sub>2</sub>, en el paso 22 la capa de barrera se puede depositar en un solo paso. Sin embargo, para formar una capa de barrera con una estructura multicapa que comprende al menos dos subcapas hechas de diferentes materiales, el paso 22 de deposición puede comprender varios subpasos, cada uno implica depositar una subcapa sobre la capa 12 de barrera. Por ejemplo, para formar una capa de barrera que comprende dos subcapas, la deposición en el paso 22 se implementa de modo que se deposita una subcapa de un material en el primer paso, y luego se deposita una subcapa de otro material seleccionado del grupo de materiales para la capa 12 de barrera enumerado anteriormente. Los procesos de depósito de la capa 12 de barrera que tiene tanto la estructura de una multicapa como de una monocapa se pueden implementar usando al menos una técnica de deposición conocida seleccionada del grupo que consiste en: técnica de deposición de capa atómica (ALD), técnica de pulverización catódica con magnetrón, técnica de pulverización catódica por haz de electrones y técnica de evaporación térmica.

Luego, en el paso 23, se deposita una capa 13 conductora sobre la capa de barrera que tiene una estructura multicapa o monocapa, en donde cada una de las subcapas de la capa 13 conductora, es decir, al menos dos capas 131, 132 de óxido y al menos una capa 132 metálica, se depositan sobre la capa 12 de barrera individualmente, para obtener la funcionalidad y arquitectura apropiadas de la capa 13 conductora, por ejemplo, una arquitectura tipo sándwich. Cada una de las subcapas 131, 132, 133 de la capa conductora se puede depositar usando diversos métodos de deposición 5 también conocidos en la técnica, seleccionados del grupo que consiste en: técnica de deposición de capas atómicas (ALD), pulverización catódica con magnetrón, técnica de pulverización catódica por haz de electrones y técnica de evaporación térmica.

Por ejemplo, la capa 13 conductora que tiene la arquitectura, como se muestra en la figura 1, que comprende dos 10 capas 131, 133 de óxido y una capa 132 metálica entre las capas de óxido, se deposita en el paso 23 de modo que en el primer paso, la primera capa 131 de óxido se deposita directamente sobre la superficie de la capa 12 de barrera, luego se deposita una capa 132 metálica sobre la primera capa de óxido y luego se deposita una segunda capa 133 de óxido sobre la capa 132 metálica. Cada una de las subcapas 131, 132, 133 se puede depositar usando técnicas 15 de deposición iguales o diferentes.

Además, dependiendo de la estructura objetivo de las capas 131, 133 de óxido, cada una de las cuales puede tomar 20 la forma de una monocapa o de una multicapa, la capa 131, 133 de óxido se puede depositar en el paso 23 en un solo paso o en varios pasos, cada uno de los cuales se puede implementar usando una técnica, así como diferentes técnicas de deposición. Por ejemplo, para una capa 131, 132 de óxido que tiene una estructura monocapa hecha de un material de óxido que contiene un tipo de óxido, por ejemplo:  $Al_2O_3$ , o un material de óxido que contiene dos tipos 25 de óxidos, por ejemplo,  $Al_2O_3$  dopado con  $TiO_2$ , la capa 131, 133 de óxido se puede depositar en un único paso 23. Ahora, para formar la capa 131, 133 de óxido que tiene una estructura multicapa que consta de al menos dos subcapas apiladas una sobre la otra, la capa de óxido se puede depositar en varios pasos en el paso 23, incluyendo cada paso 30 el depósito de una subcapa dentro de la capa 131, 133 de óxido.

La lámina optoelectrónica obtenida combina propiedades de barrera y una capa 13 conductora eficiente, que 35 preferiblemente puede tener la arquitectura de un electrodo, dependiendo de los materiales utilizados como materiales para las capas 131, 132, 133 de óxido y metal, respectivamente. En cada realización de la lámina 10, la capa 13 conductora está integrada con un sustrato 11, 12 flexible que tiene propiedades de barrera.

La capa de barrera de la lámina optoelectrónica tiene tasas de permeabilidad al vapor de agua (WVTR) que están en 40 un rango entre  $10^{-3}$  y  $10^{-6}$  g/m<sup>2</sup> por día y tiene propiedades de barrera estables, incluyendo alta hidrofobicidad y resistencia a la radiación UV, lo que mejora la vida útil de la capa conductora de la lámina de acuerdo con la presente invención.

Además, la lámina optoelectrónica es flexible y se caracteriza por una transparencia relativamente alta, mientras que 45 la capa conductora de la lámina tiene buena conductividad y es una alternativa a la capa conductora única y más gruesa de ITO (óxido de indio y estaño) conocida en la técnica anterior que es relativamente frágil, tiene una conductividad limitada y es costosa.

#### Ejemplo 1

La lámina optoelectrónica de acuerdo con una realización de la presente invención se muestra esquemáticamente 50 como una sección transversal en la figura 1. La lámina optoelectrónica comprende un sustrato 11, que en esta realización está hecho de un plástico, concretamente tereftalato de polietileno (PET). La superficie de arriba del sustrato 11 se limpió y activó usando tratamiento con plasma de oxígeno. Luego, se depositó una única capa 12 de barrera hecha de  $AlO_x$  con un grosor de 300 nm, que es una capa amorfa, sobre la superficie de arriba del sustrato 11 así preparado en el proceso de pulverización catódica con magnetrón reactivo. A continuación, se depositó una capa 13 conductora sobre la capa 12 de barrera en el proceso de pulverización catódica con magnetrón reactivo, que 55 comprende la primera capa 131 de óxido hecha de ITO con un grosor de 20 nm, una capa 132 metálica hecha de Ag con un grosor de 9 nm y una segunda capa 133 de óxido hecha de ITO con un grosor de 20 nm. La lámina optoelectrónica así obtenida se sometió a pruebas que implicaron una medición de la resistencia superficial mediante una sonda de cuatro puntos, una medición de la permeabilidad WVTR mediante una prueba de calcio (condiciones de medición RH = 40%, T = 25°C) y una medición de la transmisión de luz en el espectro visible usando un espectrofotómetro UV-Vis. Las pruebas realizadas arrojaron una resistencia superficial de la capa 13 conductora de 12  $\Omega/\square$ , una tasa de permeabilidad WVTR de  $10^{-3}$  g/m<sup>2</sup> por día y una transmisión de luz en el espectro visible en el rango del 70-78%.

El uso de una estructura de electrodo de tres capas (capa 13 conductora), donde las dos capas 131, 133 de óxido 55 están separadas por una fina capa 132 metálica, proporcionó una alta flexibilidad a la capa 13 conductora (debido a la presencia de la capa 12 metálica) y, como resultado, a toda la lámina optoelectrónica, junto con una alta conductividad, como se demuestra en las pruebas descritas anteriormente.

#### Ejemplo 2

La lámina optoelectrónica de acuerdo con otra realización de la presente invención se muestra esquemáticamente 60 como una sección transversal en la figura 3. La lámina optoelectrónica comprende un sustrato 11, que en esta

realización está hecho de un plástico, concretamente tereftalato de polietileno (PET). La superficie de arriba del sustrato 11 se limpió y activó usando tratamiento con plasma de oxígeno. Luego, se coloca una capa 12 de barrera en forma de una capa 121 de  $\text{AlO}_x$  con un grosor de 100 nm y una capa 122 de  $\text{TiO}_x$  con un grosor de 150 nm, que constituyen capas amorfas, se depositaron sobre la superficie de arriba del sustrato 11 así preparado en el proceso 5 de pulverización catódica con magnetrón reactivo. A continuación, se depositó una capa 13 conductora sobre la capa 12 de barrera en el proceso de pulverización catódica con magnetrón reactivo, que contenía la primera capa 131 de óxido hecho de ITO con un grosor de 20 nm, una capa 132 metálica hecha de Ag con un grosor de 9 nm y una segunda capa 133 de óxido hecho de ITO con un grosor de 20 nm. La lámina optoelectrónica así obtenida se sometió a pruebas 10 que implicaron una medición de la resistencia superficial mediante una sonda de cuatro puntos, una medición de la permeabilidad WVTR mediante una prueba de calcio (condiciones de medición  $\text{RH} = 40\%$ ,  $T = 25^\circ\text{C}$ ) y una medición de la transmisión de luz en el espectro visible usando un espectrofotómetro UV-Vis. Las pruebas realizadas arrojaron una resistencia superficial de la capa 13 conductora de  $12 \Omega/\square$ , una tasa de permeabilidad WVTR de menos  $5 \times 10^{-4} \text{g/m}^2$  por día y una transmisión de luz en el espectro visible en el rango del 67-80%.

## REIVINDICACIONES

1. Una lámina optoelectrónica que comprende un sustrato (11) y una capa (13) conductora que comprende al menos una capa (132) metálica, en donde:

entre la capa (13) conductora y el sustrato (11), la lámina (10) comprende una capa (12) de barrera que comprende al menos un material seleccionado del grupo que consiste en óxidos de silicio ( $\text{SiO}_x$ ), óxidos de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{AlO}_x\text{N}_y$ ), óxidos de titanio ( $\text{TiO}_x$ ), oxinitruros de silicio  $\text{SiON}$ , nitruros de silicio ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiN}_x$ ), compuestos orgánicos de silicio ( $\text{SiC}_x\text{H}_y$ ), óxido de circonio ( $\text{ZrO}_2$ ), óxido de hafnio ( $\text{HfO}_2$ ), óxidos de cromo ( $\text{CrO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_2$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{CrO}_5$ ) y parileno,

5 caracterizado porque la capa (13) conductora comprende además n capas (131, 133) de óxido y n-1 capas (132) metálicas, en donde las capas (131, 133, 132) están apiladas una sobre otra, de modo que cada capa (132) metálica 10 separe dos capas de óxido adyacentes (131, 133) formando una estructura tipo sándwich, en donde n es un número natural no menor que 2,

15 en donde cada capa (131, 133) de óxido está hecha de al menos un óxido seleccionado del grupo que consiste en:  $\text{ZnO}$ ,  $\text{AZO}$  (óxido de aluminio y zinc),  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{IZO}$  (óxido de indio y zinc),  $\text{FTO}$  (óxido de flúor y estaño),  $\text{ZTO}$  (óxido de estaño y zinc),  $\text{ITO}$  (óxido de estaño e indio),  $\text{GZO}$  (óxido de zinc y galio),  $\text{GIO}$  (óxido de indio y galio),  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb:SnO}_2$ ,  $\text{IO:H}$  (óxido de hidrógeno e indio),  $\text{CdO}$ ,  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$ ,  $\text{ZnSnO}_3$ ,  $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NiOx}$ ,  $\text{NiOx:Li}$ ,  $\text{TiO}_x$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{ZnSe}$ ,  $\text{Te}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_x$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  y  $\text{WO}_3$ ,

20 y en donde al menos una de las capas (131, 133) de óxido es:

- ya sea una estructura monocapa

25 - o una estructura multicapa que consta de al menos dos subcapas apiladas una sobre otra dentro de la capa (131, 133) de óxido y en donde una de las subcapas está hecha de un material diferente que otra subcapa.

2. La lámina optoelectrónica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la capa (12) de barrera es una estructura monocapa.

3. Lámina optoelectrónica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la capa (12) de barrera es una estructura multicapa que consta de al menos dos subcapas apiladas una sobre otra dentro de la capa (12) de barrera, 25 y en donde una de las subcapas está hecha de un material diferente al de otra subcapa.

4. La lámina optoelectrónica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque el sustrato (11) está hecho de al menos un plástico seleccionado del grupo que consiste en: tereftalato de polietileno (PET), polietileno naftaleno (PEN), polietileno (PE), polipropileno (PP), polietersulfona (PES), poliimida (PI), poliestireno (PS), etileno/tetrafluoroetileno (ETFE) y parileno.

30 5. La lámina optoelectrónica de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada porque el sustrato (11) está dopado con nanocomuestos inorgánicos.

6. La lámina optoelectrónica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la capa (132) metálica está hecha de un material seleccionado del grupo que consiste en: Al, Ti, Ni, Cr, Au, Mg, Ta, Ge, Ag, Cu, Zr, Pt y W.

35 7. La lámina optoelectrónica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la capa (13) conductora comprende n capas (131, 133) de óxido y n-1 capas (132) metálicas dispuestas alternativamente entre capas (131, 133) de óxido adyacentes.

8. Un método para fabricar la lámina optoelectrónica de la reivindicación 1, que comprende los pasos de:

- limpiar y activar una superficie seleccionada del sustrato sobre el que se va a depositar una capa (12) de barrera,

40 - formar la capa (12) de barrera sobre dicho sustrato (11) limpio y activado,

- y, después de formar la capa (12) de barrera, formar una capa (13) conductora que comprende la deposición de al menos una capa (132) metálica en donde

45 - el paso de formar la capa (12) de barrera comprende depositar al menos un material seleccionado del grupo formado por óxidos de silicio ( $\text{SiO}_x$ ), óxidos de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{AlO}_x\text{N}_y$ ), óxidos de titanio ( $\text{TiO}_x$ ), oxinitruros de silicio  $\text{SiON}$ , nitruros de silicio ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiN}_x$ ), compuestos orgánicos de silicio ( $\text{SiC}_x\text{H}_y$ ), óxido de circonio ( $\text{ZrO}_2$ ), óxido de hafnio ( $\text{HfO}_2$ ), óxidos de cromo ( $\text{CrO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_2$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{CrO}_5$ ) y parileno,

caracterizado porque

50 - el paso de formar la capa (13) conductora comprende además depositar al menos dos capas (131, 133) adyacentes de óxido metálico, cada una de ellas que comprende al menos un óxido seleccionado del grupo que consiste en:  $\text{ZnO}$ ,  $\text{AZO}$  (óxido de aluminio y zinc),  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{IZO}$  (óxido de indio y zinc),  $\text{FTO}$  (óxido de flúor y estaño),  $\text{ZTO}$  (óxido de estaño

y zinc), ITO (óxido de estaño e indio), GZO (óxido de zinc y galio), GIO (óxido de indio y galio),  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb:SnO}_2$ ,  $\text{IO:H}$  (óxido de hidrógeno e indio),  $\text{CdO}$ ,  $\text{Zn}_2\text{SnO}_4$ ,  $\text{ZnSnO}_3$ ,  $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NiO}_x$ ,  $\text{NiO}_x:\text{Li}$ ,  $\text{TiO}_x$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{ZnSe}$ ,  $\text{Te}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_x$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  y  $\text{WO}_3$ , y en donde depósito de la capa (132) metálica comprende el depósito de una única capa metálica seleccionado del grupo formado por: Al, Ti, Ni, Cr, Au, Mg, Ta, Ge, Ag, Cu, Zr, Pt y W,

- 5 en donde formar la capa (13) conductora comprende formar sobre la capa (12) de barrera consecutivamente: la primera capa (131) de óxido, la capa (132) metálica única y la segunda capa (133) de óxido.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque la capa (12) de barrera se forma depositando una capa de material sobre el sustrato (11) para formar una capa (12) de barrera que tiene una estructura monocapa.
10. El método de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, caracterizado porque la capa (12) de barrera se forma depositando al menos dos subcapas de material diferente sobre el sustrato (11) para formar la capa (12) de barrera que tiene una estructura multicapa.
11. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque la capa (13) conductora está formada de manera que sobre la capa (12) de barrera se forman individualmente una sobre otra, con la disposición alternante de capas (131, 133) de óxido y capas (132) metálicas, n capas (131, 133) de óxido y n-1 capas (132) metálicas, donde n es un número natural.
12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque al menos una capa (131, 133) de óxido se forma depositando una capa de material de óxido para formar una capa (131, 133) de óxido que tiene una estructura monocapa.
- 20 13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque al menos una capa (131, 133) de óxido se forma depositando al menos dos subcapas de óxido de diferente material para formar una capa (12) de óxido que tiene una estructura multicapa.
- 25 14. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizado porque el sustrato (11) se limpia y activa usando al menos una técnica seleccionada del grupo que consiste en: tratamiento con plasma, tratamiento con descarga en corona, tratamiento con dióxido de carbono, tratamiento con radiación ultravioleta y ozono, y limpieza con disolventes seleccionados del grupo que consiste en acetona, isopropanol, agua, mezcla de acetona y agua y mezcla de isopropanol y agua.
- 30 15. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, caracterizado porque la capa (12) de barrera y la capa (13) conductora se depositan independientemente sobre el sustrato (11) usando al menos una técnica seleccionada del grupo que consiste en deposición de capa atómica (ALD), pulverización catódica con magnetrón, técnica de pulverización catódica por haz de electrones y técnica de evaporación térmica.



Fig. 1

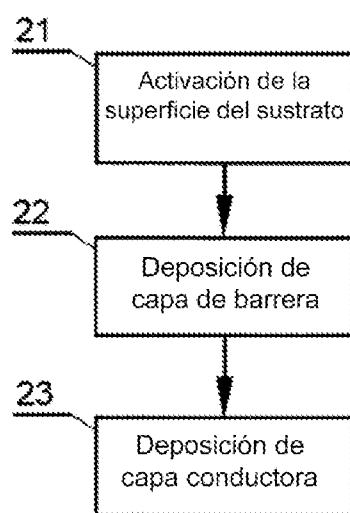


Fig. 2

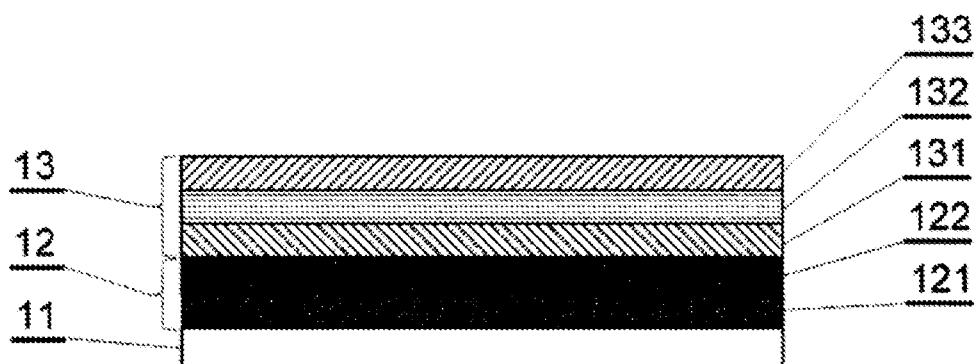


Fig. 3