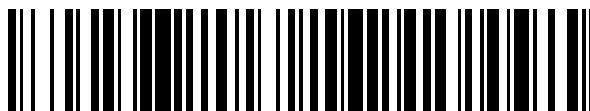


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 143**

51 Int. Cl.:

H01L 51/52

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2013** **PCT/CN2013/090642**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014** **WO14101814**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2013** **E 13869184 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018** **EP 2940750**

54 Título: **Sustrato flexible**

30 Prioridad:

28.12.2012 CN 201210584605

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

17.05.2018

73 Titular/es:

**KUNSHAN NEW FLAT PANEL DISPLAY
TECHNOLOGY CENTER CO. LTD (50.0%)
No. 320 Fu Chun River Road Photoelectric
Industrial Park Development Zone
KunShan City, Jiangsu 215300, CN y
KUNSHAN GO-VISIONOX OPTO-ELECTRONICS
CO., LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ZHU, SHAOPENG;
QIU, YONG;
CHEN, HONG;
HIRAYAMA, HIDEO y
HUANG, XIUQI**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 668 143 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

Sustrato flexible

5 Campo de la invención

La presente divulgación se refiere de manera general al campo de la optoelectrónica orgánica, y más específicamente a un sustrato flexible que es una barrera frente al agua y al oxígeno para fabricar dispositivos optoelectrónicos orgánicos tales como OLED, OPV y OTFT.

10 Antecedentes de la invención

La propiedad más favorable de los dispositivos optoelectrónicos orgánicos tales como diodos emisores de luz orgánicos (OLED), dispositivos fotovoltaicos orgánicos (OPV), transistores de película delgada orgánicos (OTFT) y láseres semiconductores orgánicos (OSL), es que son flexibles. Los dispositivos optoelectrónicos orgánicos pueden fabricarse con un sustrato polimérico flexible tal como polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), polietersulfona (PES), poli(naftalato de etileno) (PEN) y poliimida (PI). El sustrato polimérico permite que los dispositivos optoelectrónicos orgánicos sean flexibles y se enrollen en una forma arbitraria

Un dispositivo optoelectrónico orgánico es muy sensible a la erosión por agua y por oxígeno, y cantidades traza de agua y oxígeno provocarán la oxidación, cristalización o degradación de electrodo de materiales orgánicos en el dispositivo, lo cual afectará a la vida útil del dispositivo o conducirá directamente al fallo del dispositivo. En comparación con un sustrato de vidrio, la transmitancia de agua o de oxígeno de la mayoría de los sustratos poliméricos es relativamente alta, de modo que es suficiente como para no garantizar que el dispositivo mantenga un funcionamiento fiable a largo plazo. En la siguiente tabla se muestran la tasa de permeación de agua y la tasa de permeación de oxígeno de sustratos poliméricos comunes.

Sustrato polimérico	Tasa de permeación de agua (g/m ² ·d) 37~40 °C	Tasa de permeación de oxígeno (cc/m ² ·d) 20~23 °C
PE	1,2~5,9	70~550
PP	1,5~5,9	93~300
PS	7,9~40	200~540
PES	14	0,04
PEN	7,3	3,0
PI	0,4~21	0,04~17

En la técnica anterior, el sustrato polimérico se proporciona generalmente de manera alternada con una capa de planarización y una capa de barrera frente al agua y al oxígeno para aumentar la capacidad de barrera frente al agua y al oxígeno del sustrato polimérico. Tal como se muestra en la figura 1, se proporcionan capas 103 de barrera frente al agua y al oxígeno sobre el sustrato 101 polimérico y separadas por una capa 102 de planarización. La capa 103 de barrera frente al agua y al oxígeno se usa para aislar vapor de agua y oxígeno, y se proporciona una capa 102 de planarización entre las capas 103 de barrera frente al agua y al oxígeno adyacentes con el fin de garantizar la compacidad y suavidad de la formación de película e inhibir el crecimiento del defecto en la película. Generalmente, deben proporcionarse de tres a cinco o más capas 103 de barrera frente al agua y al oxígeno sobre el sustrato polimérico para tener la capacidad de barrera frente al agua y al oxígeno adaptada para producir dispositivos optoelectrónicos orgánicos. Sin embargo, la capa 102 de planarización es generalmente una capa de material polimérico, que tiene una mala capacidad de barrera frente al agua y al oxígeno, y cuando tiene que cortarse el sustrato polimérico, la superficie lateral tras el corte quedará expuesta al aire externo de modo que el vapor de agua y el oxígeno se infiltrarán al interior del dispositivo a lo largo de la trayectoria indicada por la punta de flecha, de modo que sólo hay una capa 103 de barrera frente al oxígeno que desempeña un papel de barrera, lo cual influye gravemente sobre el rendimiento del dispositivo.

Para resolver este problema, para un sustrato flexible existente, hay que definir en primer lugar el tamaño del sustrato y después definir las áreas de cobertura de la capa de barrera frente al agua y al oxígeno y la capa de planarización basándose en el tamaño haciendo que el área de cobertura de la capa de planarización sea menor que la de la capa de barrera frente al agua y al oxígeno, de modo que pueden conectarse múltiples capas de barrera frente al agua y al oxígeno entre sí en el borde del sustrato flexible para prevenir que el vapor de agua y el oxígeno se infiltren desde el lado. Sin embargo, esta solución provoca un problema en cuanto a que el sustrato flexible preparado no puede cortarse para cumplir con el requisito de diferentes tamaños de producto, y el producto con tamaño diferente requiere un conjunto de máscaras adaptadas a su tamaño para definir los tamaños de la capa de planarización y la capa de barrera frente al agua y al oxígeno, lo cual aumenta indudablemente el coste de producción.

Además, se conoce el recubrimiento de rollo a rollo como medio eficaz para aumentar gradualmente la capacidad de producción del sustrato flexible con películas de barrera frente al agua y al oxígeno y reducir el coste de producción,

pero la tecnología debe implicar un procedimiento de corte, el procedimiento de rollo a rollo no es adecuado para el procedimiento de preparación anterior para películas de barrera frente al agua y al oxígeno, por tanto el coste de producción no puede reducirse de manera eficaz.

Además de lo anterior, el documento JP 2003-282239 AA divulga un sustrato de resina para un panel de visualización de electroluminiscencia orgánico, comprendiendo el sustrato varias capas de compuesto polimérico. Además, el documento US 2010/0151209 A1 divulga una película de barrera frente a gases de múltiples capas orgánicas/inorgánicas que puede fabricarse mediante un procedimiento totalmente imprimible. Finalmente, el documento US 2007/0196682 A1 divulga una barrera de múltiples capas tridimensional.

Sumario de la invención

Basándose en lo anterior, es necesario proporcionar un nuevo sustrato flexible que pueda cortarse con un menor coste de producción.

Los objetivos mencionados se obtienen mediante el contenido de la reivindicación independiente. En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones adicionales preferidas.

Según un aspecto de la presente divulgación, un sustrato flexible incluye un sustrato polimérico y una pluralidad de capas de barrera frente al agua y al oxígeno proporcionadas sobre el sustrato polimérico, en el que se proporciona una capa de planarización entre las capas de barrera frente al agua y al oxígeno adyacentes, la capa de planarización incluye una pluralidad de unidades de planarización separadas en una primera dirección y una segunda dirección, una proyección de la unidad de planarización en la capa de planarización proyectada sobre el sustrato polimérico cubre un hueco entre proyecciones de unidades de planarización adyacentes en una capa de planarización proyectada sobre el sustrato polimérico, y regiones de proyección se solapan parcialmente. Los grosores de capas impares o capas pares de las capas de planarización disminuyen respectivamente de manera sucesiva en una dirección alejándose del sustrato polimérico.

Preferiblemente, la capa de barrera frente al agua y al oxígeno cubre un hueco entre las unidades de planarización.

Preferiblemente, el ángulo entre la primera dirección y la segunda dirección es mayor de 0° y menor de 180°.

Preferiblemente, las unidades de planarización en la capa de planarización están dispuestas periódicamente en la primera dirección y la segunda dirección.

Preferiblemente, la diferencia de posición entre las proyecciones de las unidades de planarización en las capas de planarización adyacentes proyectadas sobre el sustrato polimérico es medio ciclo.

Preferiblemente, el grosor de la capa de planarización está en un intervalo de 100-5000 nm.

Preferiblemente, la anchura de la proyección de la unidad de planarización proyectada sobre el sustrato polimérico está en un intervalo de 10-2000 µm en cualquier dirección.

Preferiblemente, la distancia de separación entre las proyecciones de las unidades de planarización adyacentes en una misma capa de planarización proyectada sobre el sustrato polimérico está en un intervalo de 10-2000 µm.

Las formas de las proyecciones de las unidades de planarización en una misma capa de planarización proyectada sobre el sustrato polimérico

Además, las formas de las proyecciones de las unidades de planarización en capas de planarización diferentes proyectadas sobre el sustrato polimérico pueden ser iguales o diferentes.

Preferiblemente, la capa de planarización se produce mediante impresión por chorro de tinta-curado por radiación ultravioleta, evaporación ultrarrápida-curado por radiación ultravioleta, deposición química en fase de vapor, polimerización en fase de vapor o polimerización en plasma.

Preferiblemente, la capa de planarización se fabrica a partir de un polímero. El polímero usado por capas de planarización diferentes puede ser igual o diferente. El polímero es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en poliacrilato, Parylene, poliurea, poli(tereftalato de etilenglicol), poli(naftalato de etileno) y poliestireno.

Preferiblemente, el grosor de la capa de barrera frente al agua y al oxígeno está en un intervalo de 20-200 nm. Los grosores de diferentes capas de barrera frente al agua y al oxígeno pueden ser iguales o diferentes.

Preferiblemente, la capa de barrera frente al agua y al oxígeno puede producirse mediante bombardeo catódico por corriente continua, bombardeo catódico por radiofrecuencia, bombardeo catódico reactivo, deposición química en fase de vapor potenciada por plasma o deposición de capa atómica.

Preferiblemente, el material de la capa de barrera frente al agua y al oxígeno es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en óxido de aluminio, óxido de silicio, nitruro de silicio, óxido de titanio, óxido de circonio, oxinitruro de aluminio, oxinitruro de silicio y carbono amorfo. Los materiales de diferentes capas de barrera frente al agua y al oxígeno pueden ser iguales o diferentes.

En comparación con la técnica anterior, la solución técnica anterior de la presente divulgación tiene las siguientes ventajas.

1. La capa de planarización en el sustrato flexible de la presente divulgación está compuesta por una pluralidad de unidades de planarización separadas en una primera dirección y una segunda dirección. La proyección de la unidad de planarización en la capa de planarización proyectada sobre el sustrato polimérico cubre un hueco entre proyecciones de unidades de planarización en una capa de planarización adyacente, y regiones de proyección se solapan parcialmente. Por tanto, las capas de planarización adyacentes pueden cubrir el hueco entre las unidades de planarización para prevenir la penetración horizontal de agua y oxígeno para garantizar que el sustrato flexible puede cortarse en cualquier tamaño dentro del intervalo mayor que el tamaño de la unidad de planarización, de modo que puede obtenerse una producción a gran escala del sustrato flexible y también simplificar los procedimientos para reducir los costes de producción.

2. Los grosores de capas impares o capas pares de las capas de planarización se disminuyen sucesivamente en una dirección alejándose del sustrato polimérico de modo que puede reducirse la rugosidad del plano superior del sustrato flexible, lo cual es adecuado para la preparación del dispositivo.

3. Las unidades de planarización en la capa de planarización están dispuestas periódicamente en la primera dirección y la segunda dirección, y la diferencia de posición entre las proyecciones de las unidades de planarización en las capas de planarización adyacentes proyectadas sobre el sustrato polimérico es un medio ciclo. La regla de la configuración de las unidades de planarización es fácil de obtener en la tecnología, lo cual puede garantizar que las capas de planarización pueden cubrir el hueco entre las unidades para prevenir la penetración horizontal de agua y oxígeno.

4. Los tamaños de la capa de planarización y la unidad de planarización son mayores, y el requisito de su precisión de preparación es bajo, de modo que son fáciles de obtener en la tecnología.

5. Los grosores de la capa de planarización y la capa de barrera frente al agua y al oxígeno en el sustrato flexible de la presente divulgación son bajos, de modo que los grosores del dispositivo que usa el sustrato flexible pueden reducirse eficazmente.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos ilustran una o más realizaciones de la presente divulgación; los dibujos, junto con la descripción escrita, sirven para explicar los principios de la presente divulgación. Siempre que sea posible, se usan los mismos signos de referencia en todos los dibujos para hacer referencia a unidades iguales o similares de una realización.

La figura 1 es una vista en sección transversal que ilustra un sustrato flexible con películas de barrera frente al agua y al oxígeno en la técnica anterior.

La figura 2 es una vista en sección transversal que ilustra un sustrato flexible según una realización de la presente divulgación.

La figura 3 es un diagrama que ilustra ubicaciones de proyecciones de unidades de planarización en capas de planarización adyacentes en un sustrato flexible según una realización de la presente divulgación.

La figura 4 es un diagrama que ilustra ubicaciones de proyecciones de unidades de planarización en capas de planarización adyacentes en un sustrato flexible según una realización adicional de la presente divulgación.

La figura 5 es un diagrama que ilustra ubicaciones de proyecciones de unidades de planarización en capas de planarización adyacentes en un sustrato flexible según una realización adicional de la presente divulgación.

Los signos de referencia se indican a continuación:

101 sustrato polimérico,

102 capa de planarización,

103 capa de barrera frente al agua y al oxígeno,

201 sustrato de poliimida,

202 primera capa de barrera frente al agua y al oxígeno,

5 203 primera capa de planarización,

204 segunda capa de barrera frente al agua y al oxígeno,

205 segunda capa de planarización,

10 206 tercera capa de barrera frente al agua y al oxígeno,

207 tercera capa de planarización,

15 208 cuarta capa de barrera frente al agua y al oxígeno,

209 cuarta capa de planarización,

210 quinta capa de barrera frente al agua y al oxígeno,

20 301 capa de planarización impar, y

302 capa de planarización par.

25 Descripción detallada de la invención

En la siguiente descripción de realizaciones, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte del presente documento y en los que se muestran a modo de ilustración realizaciones específicas de la presente divulgación que pueden ponerse en práctica. Debe entenderse que pueden usarse otras realizaciones y pueden realizarse cambios estructurales sin apartarse del alcance de las realizaciones divulgadas.

Realización 1

Tal como se muestra en la figura 2, un sustrato flexible en la realización incluye un sustrato 201 de poliimida (denominado a continuación en el presente documento sustrato de PI) y, sobre el sustrato de PI, se apilan secuencialmente una primera capa 202 de barrera frente al agua y al oxígeno, una primera capa 203 de planarización, una segunda capa 204 de barrera frente al agua y al oxígeno, una segunda capa 205 de planarización, una tercera capa 206 de barrera frente al agua y al oxígeno, una tercera capa 207 de planarización, una cuarta capa 208 de barrera frente al agua y al oxígeno, una cuarta capa 209 de planarización y una quinta capa 210 de barrera frente al agua y al oxígeno.

En la realización, la primera capa 203 de planarización, la segunda capa 205 de planarización, la tercera capa 207 de planarización y la cuarta capa 209 de planarización están compuestas por unidades de planarización separadas que están dispuestas periódicamente en una primera dirección y una segunda dirección. La capa de barrera frente al agua y al oxígeno cubre el hueco entre las unidades de planarización para prevenir la penetración horizontal de agua y oxígeno.

Tal como se muestra en la figura 3, la primera dirección se ilustra mediante la dirección de la flecha de la línea de rayas y puntos, y la segunda dirección se ilustra mediante la dirección de la flecha de la línea de rayas. En la realización, el ángulo entre la primera dirección y la segunda dirección es de 90°. Además, en la capa 301 de planarización impar y la capa 302 de planarización par, las formas de las proyecciones de todas las unidades de planarización proyectadas sobre el sustrato 201 de PI son iguales. Cada proyección tiene una forma de un rectángulo de igual tamaño con una longitud de 500 μm y una anchura de 400 μm . Las distancias de separación entre los rectángulos adyacentes son las mismas en las direcciones primera y segunda e iguales a 100 μm . Las proyecciones de las unidades de planarización en las capas de planarización adyacentes proyectadas sobre el sustrato 201 de PI están dispuestas con una diferencia de posición de medio ciclo.

En esta realización, el grosor d_1 de la primera capa 203 de planarización es de 3 000 nm, el grosor d_2 de la segunda capa 205 de planarización es de 3 000 nm, el grosor d_3 de la tercera capa 207 de planarización es de 1 500 nm y el grosor d_4 de la cuarta capa 209 de planarización es de 400 nm. El grosor d_3 de la tercera capa 207 de planarización es menor que el grosor d_1 de la primera capa 203 de planarización. El grosor d_4 de la cuarta capa 209 de planarización es menor que el grosor d_2 de la segunda capa 205 de planarización.

Opcionalmente, si el sustrato flexible tiene más capas de planarización, deben cumplir la siguiente condición: el grosor de la n -ésima capa de planarización es menor que el de la $(n-2)$ -ésima capa de planarización (n es un número natural y $n > 2$).

Las diferencias de posición entre las unidades de planarización en la segunda capa 205 de planarización y la primera capa 203 de planarización, en la tercera capa 207 de planarización y la segunda capa 205 de planarización, y en la cuarta capa 209 de planarización y la tercera capa 207 de planarización, son cada una de medio ciclo, de modo que el centro de una unidad de planarización en una capa de planarización de dos capas de planarización adyacentes está ubicado sobre el hueco entre dos unidades de planarización en la otra capa de planarización de las dos capas de planarización adyacentes para prevenir que penetre horizontalmente agua y oxígeno. Además, las unidades de planarización están completamente separadas una de otra en la primera dirección y la segunda dirección de modo que el sustrato flexible puede cortarse en cualquier tamaño dentro del intervalo que es mayor que el tamaño de la unidad de planarización, de modo que puede obtenerse una producción a gran escala del sustrato flexible, tal como tecnología de rollo a rollo. Dado que el tamaño de la unidad de planarización es grande y el requisito de su precisión de preparación es bajo, entonces son fáciles de obtener en la tecnología.

Opcionalmente, el sustrato de PI puede seleccionarse de otros sustratos poliméricos flexibles, tales como PET, PEN, PES, PE, PP y PS.

La capa de planarización se fabrica a partir de un polímero, tal como poliacrilato, Parylene, poliurea, poli(tereftalato de etilenglicol), poli(naftalato de etileno), poliestireno, etc. En la realización, la primera capa 203 de planarización, la segunda capa 205 de planarización, la tercera capa 207 de planarización y la cuarta capa 209 de planarización se fabrican a partir de un material idéntico, preferiblemente poliacrilato, y se preparan mediante tecnología de impresión por chorro de tinta-curado por radiación ultravioleta.

Opcionalmente, el procedimiento de preparación para la capa de planarización también puede ser evaporación ultrarrápida-curado por radiación ultravioleta, deposición química en fase de vapor, polimerización en fase de vapor o polimerización en plasma. La primera capa 203 de planarización, la segunda capa 205 de planarización, la tercera capa 207 de planarización y la cuarta capa 209 de planarización también pueden fabricarse a partir de materiales diferentes respectivamente seleccionados del grupo que consiste en poliacrilato, Parylene, poliurea, poli(tereftalato de etilenglicol), poli(naftalato de etileno) y poliestireno, etc.

En esta realización, los grosores de la primera capa 202 de barrera frente al agua y al oxígeno, la segunda capa 204 de barrera frente al agua y al oxígeno, la tercera capa de barrera frente al agua y al oxígeno, la cuarta capa 208 de barrera frente al agua y al oxígeno y la quinta capa 210 de barrera frente al agua y al oxígeno son iguales y son de 50 nm. Las capas de barrera frente al agua y al oxígeno anteriores se fabrican a partir del mismo material que es nitruro de silicio, y se preparan mediante tecnología de deposición química en fase de vapor potenciada por plasma (PECVD).

Opcionalmente, el grosor de la capa de barrera frente al agua y al oxígeno es de 20-200 nm. El procedimiento de preparación para la capa de barrera frente al agua y al oxígeno también puede seleccionarse del grupo que consiste en bombardeo catódico por magnetrón, bombardeo catódico por radiofrecuencia, bombardeo catódico reactivo, deposición química en fase de vapor potenciada por plasma y deposición de capa atómica. Pueden fabricarse diferentes capas de barrera frente al agua y al oxígeno a partir de materiales diferentes seleccionados del grupo que consiste en óxido de aluminio, óxido de silicio, nitruro de silicio, óxido de titanio, óxido de circonio, oxinitruro de aluminio, oxinitruro de silicio y carbono amorfo.

Realización 2

Haciendo referencia a la figura 2, el sustrato flexible en esta realización es similar al de la realización 1. La diferencia se encuentra en que la forma de las proyecciones de las unidades de planarización en la primera capa 203 de planarización, la segunda capa 205 de planarización, la tercera capa 207 de planarización y la cuarta capa 209 de planarización sobre el sustrato 201 de PI es diferente de la de la realización 1.

En la realización, tal como se muestra en la figura 4, las proyecciones de las unidades de planarización en la primera capa 203 de planarización y la tercera capa 207 de planarización sobre el sustrato 201 de PI son círculos con el mismo radio y las proyecciones se solapan. El radio del círculo es de 800 μm . Tal como se muestra en la figura 4, la primera dirección se ilustra mediante la dirección de la flecha de la línea de rayas y puntos, y la segunda dirección se ilustra mediante la dirección de la flecha de la línea de rayas. Las distancias de separación entre círculos adyacentes son iguales en la primera dirección y la segunda dirección, y son de 200 μm . Las proyecciones de las unidades de planarización en la segunda capa 205 de planarización y la cuarta capa 209 de planarización sobre el sustrato 201 de PI son círculos con radios de 500 μm , y las proyecciones sobre el sustrato 201 de PI se solapan.

En esta realización, el grosor d_1 de la primera capa de planarización es de 2 000 nm, el grosor d_2 de la segunda capa de planarización es de 1 800 nm, el grosor d_3 de la tercera capa de planarización es de 500 nm y el grosor d_4 de la cuarta capa de planarización es de 600 nm.

El centro de la unidad de planarización en una capa de planarización está ubicado en el hueco entre las unidades de planarización en la otra capa de planarización para dos capas de planarización adyacentes para prevenir la

penetración horizontal de agua y oxígeno para garantizar que el sustrato flexible puede cortarse en cualquier tamaño dentro de un intervalo mayor que el tamaño de la unidad de planarización, de modo que puede obtenerse una producción a gran escala del sustrato flexible y también simplificar los procedimientos para reducir los costes de producción. Los grosores de capas impares o capas pares de las capas de planarización disminuyen sucesivamente alejándose del sustrato polimérico de modo que puede reducirse la rugosidad del plano superior del sustrato flexible, lo cual es adecuado para la preparación del dispositivo.

Realización 3

Haciendo referencia a la figura 2, el sustrato flexible es similar a la realización 1. La diferencia se encuentra en que la disposición de las proyecciones de las unidades de planarización en la primera capa 203 de planarización, la segunda capa 205 de planarización, la tercera capa 207 de planarización y la cuarta capa 209 de planarización sobre el sustrato 201 de PI es diferente de la de las realizaciones 1 y 2. En la realización 1 y la realización 2, las unidades de planarización están dispuestas periódicamente en la primera dirección y la segunda dirección, y el ángulo entre las dos direcciones es de 90°. Sin embargo, en la realización, tal como se muestra en la figura 5, la primera dirección se ilustra mediante la dirección de la flecha de la línea de rayas y puntos, la segunda dirección se ilustra mediante la dirección de la flecha de la línea de rayas, las unidades de planarización están dispuestas periódicamente en la primera dirección y la segunda dirección, y el ángulo entre las dos direcciones es de 60°.

Las proyecciones de las unidades de planarización en la primera capa 203 de planarización y la tercera capa 207 de planarización sobre el sustrato 201 de PI son círculos con el mismo radio. Las proyecciones de las unidades de planarización en la primera capa 203 de planarización y la tercera capa 207 de planarización sobre el sustrato 201 de PI se solapan, y el radio del círculo proyectado es de 800 μm . Las distancias de separación entre círculos adyacentes son iguales en la primera dirección y la segunda dirección y son de 200 μm . Las proyecciones de las unidades de planarización en la segunda capa 205 de planarización y la cuarta capa 209 de planarización sobre el sustrato 201 de PI también son círculos con el mismo radio, y el radio de cada círculo es de 500 μm . Las proyecciones de las unidades de planarización en la segunda capa 205 de planarización y la cuarta capa 209 de planarización sobre el sustrato 201 de PI se solapan.

En la presente realización, el grosor d_1 de la primera capa de planarización es de 2 000 nm, el grosor d_2 de la segunda capa de planarización es de 1 800 nm, el grosor d_3 de la tercera capa de planarización es de 500 nm y el grosor d_4 de la cuarta capa de planarización es de 600 nm.

En capas de planarización adyacentes, la diferencia de posición entre las proyecciones de las unidades de planarización sobre el sustrato de PI es medio ciclo, y el centro de la unidad de planarización en una capa de planarización está ubicado en el hueco entre las unidades de planarización en la otra capa de planarización para dos capas de planarización adyacentes para prevenir la penetración horizontal de agua y oxígeno para garantizar que el sustrato flexible puede cortarse en cualquier tamaño dentro del intervalo que es mayor que el tamaño de la unidad de planarización, de modo que puede obtenerse una producción a gran escala del sustrato flexible y también simplificar los procedimientos para reducir los costes de producción. Los grosores de capas impares o capas pares de las capas de planarización disminuyen sucesivamente alejándose del sustrato polimérico de modo que puede reducirse la rugosidad del plano superior del sustrato flexible, lo cual es adecuado para la preparación del dispositivo.

En las realizaciones de la presente divulgación, el número de capas de la capa de barrera frente al agua y al oxígeno y la capa de planarización no está limitado, y el número puede aumentarse o reducirse según el uso previsto y la necesidad del sustrato flexible.

Opcionalmente, la unidad de planarización puede tener forma arbitraria, las formas de las unidades de planarización en una misma capa de planarización pueden ser iguales o diferentes, las formas de las unidades de planarización en capas de planarización diferentes pueden ser iguales o diferentes, la proyección de la unidad de planarización en la capa de planarización proyectada sobre el sustrato polimérico cubre un hueco entre proyecciones de unidades de planarización en una capa de planarización adyacente, y regiones de proyección se solapan parcialmente para garantizar que las capas de planarización adyacentes pueden cubrir el hueco entre las unidades de planarización para prevenir la penetración horizontal de agua y oxígeno. Tal como se muestra en la figura 3, las posiciones relativas de capas de planarización pares e impares adyacentes proyectadas sobre el sustrato polimérico se solapan, y las proyecciones de unidades de planarización en las capas pares e impares proyectadas sobre el sustrato se solapan. El grosor de la capa de planarización está en un intervalo de 100-5000 nm y la anchura de la proyección de la unidad de planarización proyectada sobre el sustrato polimérico está en un intervalo de 10-2000 μm en cualquier dirección. La distancia de separación entre unidades de planarización adyacentes en una misma capa de planarización está en un intervalo de 10-2000 μm a lo largo de la primera dirección o la segunda dirección, y los grosores de capas impares o capas pares de las capas de planarización disminuyen sucesivamente alejándose del sustrato polimérico, haciendo finalmente que la superficie sea plana.

Las realizaciones anteriores se eligen y se describen con el fin de explicar los principios de la presente divulgación y su aplicación práctica para permitir a otros expertos en la técnica usar la presente divulgación y diversas

realizaciones y con diversas modificaciones según sea adecuado para el uso particular contemplado. Por consiguiente, el alcance de la presente divulgación se define por las reivindicaciones adjuntas en lugar de por la descripción anterior y las realizaciones a modo de ejemplo descritas en la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un sustrato flexible, que comprende:
 - 5 un sustrato (201) polimérico;
 - una pluralidad de capas (202, 204) de barrera frente al agua y al oxígeno proporcionadas sobre el sustrato (201) polimérico; y
 - 10 una capa (203, 205,...) de planarización, proporcionada entre capas (202, 204) de barrera frente al agua y al oxígeno adyacentes;
 - en el que la capa (203, 205,...) de planarización comprende una pluralidad de unidades de planarización separadas en una primera dirección y una segunda dirección, una proyección de la unidad de planarización en la capa de planarización proyectada sobre el sustrato (201) polimérico cubre un hueco entre proyecciones de unidades de planarización adyacentes en una capa de planarización adyacente proyectada sobre el sustrato (201) polimérico, y regiones de proyección se solapan parcialmente,
 - 15 caracterizado porque
 - 20 los grosores de capas impares o capas pares de las capas (203, 205,...) de planarización disminuyen respectivamente de manera sucesiva en una dirección alejándose del sustrato (201) polimérico.
2. El sustrato flexible según la reivindicación 1, en el que la capa (202, 204) de barrera frente al agua y al oxígeno cubre un hueco entre las unidades de planarización adyacentes.
3. El sustrato flexible según la reivindicación 1 o 2, en el que las unidades de planarización en la capa (203, 205,...) de planarización están dispuestas periódicamente en la primera dirección y la segunda dirección.
4. El sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la diferencia de posición entre las proyecciones de las unidades de planarización en las capas (203, 205,...) de planarización adyacentes proyectadas sobre el sustrato (201) polimérico es un medio ciclo.
5. El sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el grosor de la capa (203, 205,...) de planarización está en un intervalo de 100-5000 nm.
6. El sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la anchura de la proyección de la unidad de planarización proyectada sobre el sustrato (201) polimérico está en un intervalo de 10-2000 µm en cualquier dirección.
7. El sustrato flexible según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que una distancia de separación entre las proyecciones de las unidades de planarización adyacentes en una misma capa (203, 205,...) de planarización proyectada sobre el sustrato (201) polimérico está en un intervalo de 10-2000 µm.
8. El sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que las formas de las proyecciones de las unidades de planarización en una misma capa (203, 205,...) de planarización proyectada sobre el sustrato (201) polimérico son iguales.
9. El sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que las formas de las proyecciones de las unidades de planarización en capas (203, 205,...) de planarización diferentes proyectadas sobre el sustrato (201) polimérico son iguales.
10. Un procedimiento para producir el sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la capa (203, 205,...) de planarización se produce mediante impresión por chorro de tinta-curado por radiación ultravioleta, evaporación ultrarrápida-curado por radiación ultravioleta, deposición química en fase de vapor, polimerización en fase de vapor o polimerización en plasma.
11. El sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la capa (203, 205,...) de planarización se fabrica a partir de un polímero que es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en poliacrilato, Parylene, poliurea, poli(tereftalato de etilenglicol), poli(naftalato de etileno) y poliestireno.
12. El sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 y 11, en el que el grosor de la capa (202, 204) de barrera frente al agua y al oxígeno está en un intervalo de 20-200 nm.
13. Un procedimiento para producir el sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, 11 o 12, o según la reivindicación 10, en el que la capa (202, 204) de barrera frente al agua y al oxígeno se

produce mediante bombardeo catódico por magnetrón, bombardeo catódico por corriente continua, bombardeo catódico por radiofrecuencia, bombardeo catódico reactivo, deposición química en fase de vapor potenciada por plasma o deposición de capa atómica.

- 5 14. El sustrato flexible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, 11 o 12, en el que el material de la capa (202, 204) de barrera frente al agua y al oxígeno es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en óxido de aluminio, óxido de silicio, nitruro de silicio, óxido de titanio, óxido de circonio, oxinitruro de aluminio, oxinitruro de silicio y carbono amorfo.

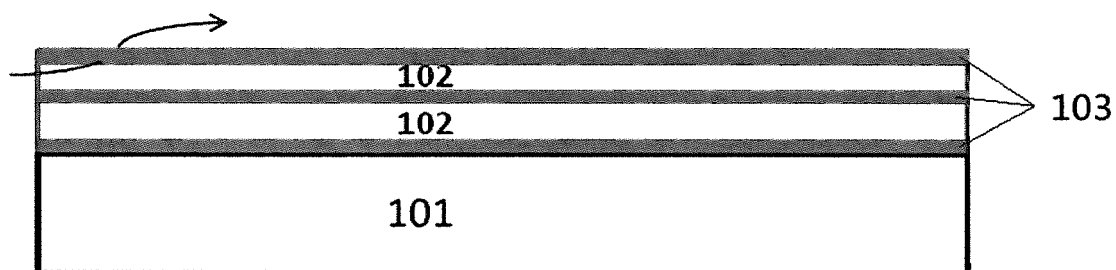


Fig. 1

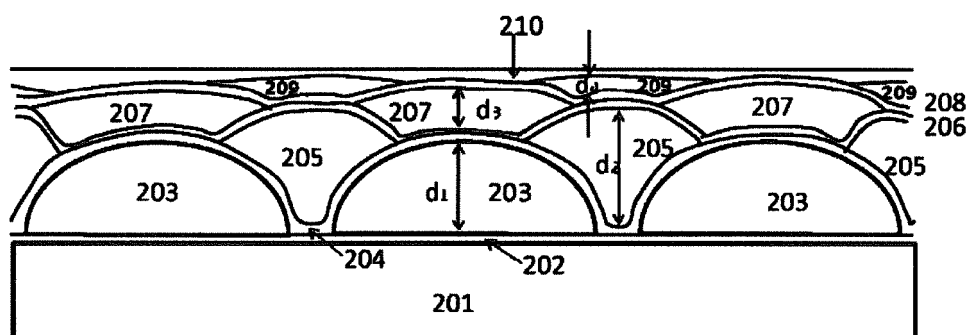


Fig. 2

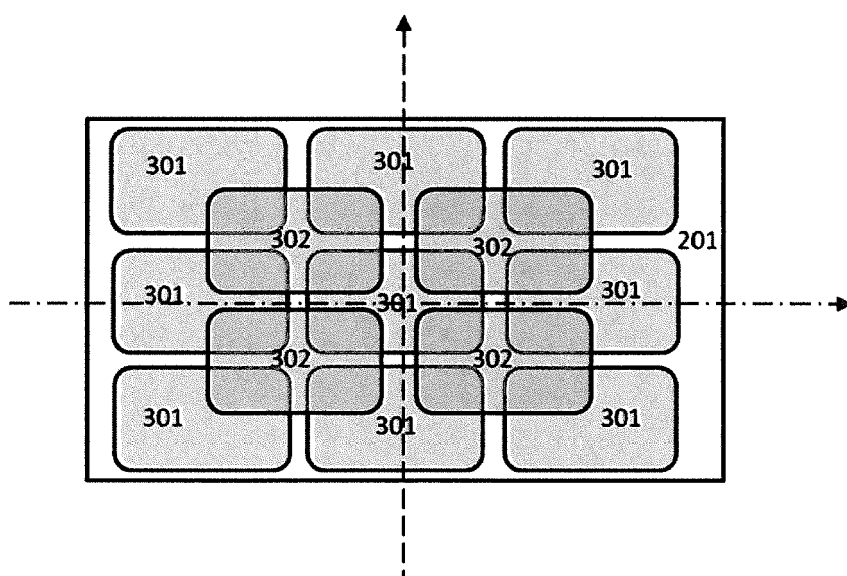


Fig. 3

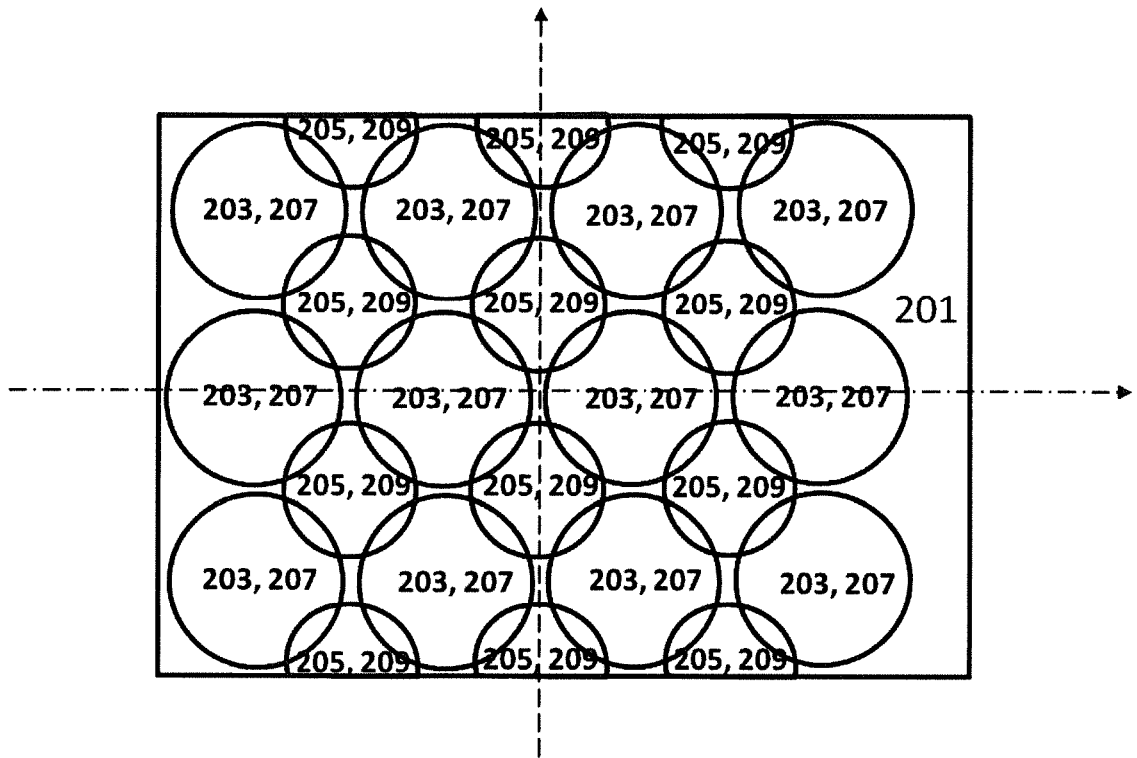


Fig. 4

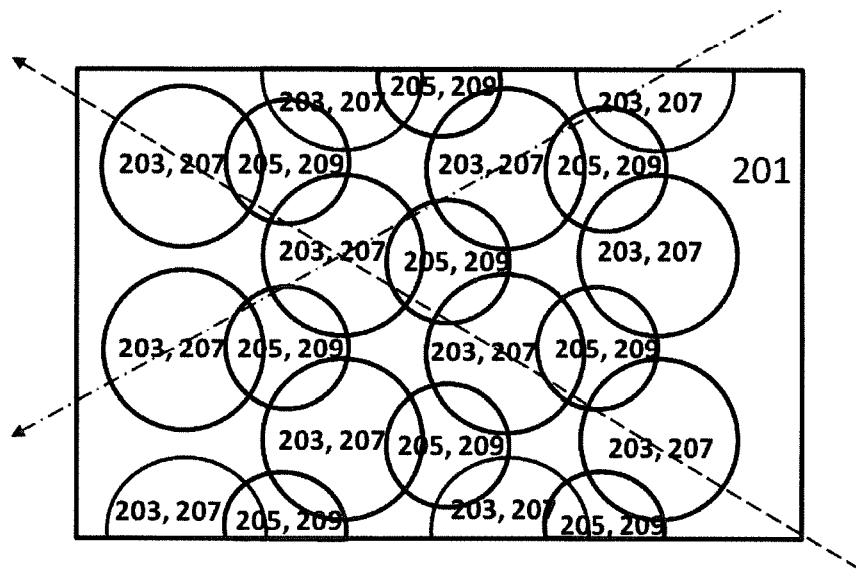


Fig. 5