(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 302 477**

(21) Número de solicitud: 200703237

(51) Int. Cl.:

H01L 51/00 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación: **05.12.2007**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.2008**

(43) Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **01.07.2008**

(71) Solicitante/s: **Universidad Politécnica de Madrid**
Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid, ES
Universidad Rey Juan Carlos

(72) Inventor/es: **Otón Sánchez, José Manuel;**
Quintana Arregui, Xabier;
Álvarez Castillo, Ángel Luis;
Romero Herrero, Beatriz y
Arredondo Conchillo, Belén

(74) Agente: **No consta**

(54) Título: **Procedimiento de fabricación de cátodos para diodos luminiscentes.**

(57) Resumen:
Procedimiento de fabricación de cátodos para diodos luminiscentes. Consiste en una técnica de diseño o fabricación del cátodo de diodos orgánicos electroluminiscentes, que elimina las zonas del metal no deseadas siguiendo un patrón previamente diseñado. La eliminación del metal se realiza mediante contacto físico de una punta de prueba sobre la superficie metálica (ablación mecánica). Dicha punta está calibrada para ejercer sobre el metal una presión que raye y elimine el metal sin que afecte al ánodo. La punta se adapta a un cabezal integrado en un equipo de microposicionamiento XY que se controla mediante ordenador.
Esta técnica resuelve el problema que tienen técnicas actuales (fotolitografía, ataque seco) de tener que utilizar ácidos o disolventes en el proceso, ya que estos productos afectan gravemente a las capas orgánicas que se encuentran debajo del cátodo. La técnica es fácil de implementar, de bajo coste y fácilmente escalable a grandes superficies.

ES 2 302 477 A1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de cátodos para diodos luminiscentes.

Sector técnico

La invención se encuadra en el sector técnico de los procesos de fabricación de circuitos electrónicos semiconductores, más concretamente en la fabricación de cátodos para diodos orgánicos electroluminiscentes.

Antecedentes de la invención

Un display orgánico es una pequeña pantalla de n x m pixeles compuesta por matriz pasiva consistente en un sándwich de material orgánico entre dos metales, uno que actúa como ánodo y otro cómo cátodo. En el ánodo, típicamente ITO (óxido de estaño - indio), se definen las n filas de la matriz usando técnicas fotolitográficas estándar. A continuación, se depositan los materiales orgánicos utilizando técnicas de depósito por centrifugado (*spin coating*). Finalmente se evapora el cátodo, aluminio en nuestro caso, y se definen las m columnas de la matriz. El patrón del cátodo requiere técnicas que no dañen los materiales orgánicos.

El proceso más utilizado para definir un patrón sobre un material concreto es la fotolitografia. Ésta incluye dos procesos: fotografía y litografía (también llamado ataque húmedo). El primero hace uso de fotorresinas, materiales que al ser expuestos a la luz ultra violeta (UV) modifican sus propiedades haciéndose solubles en ciertos productos químicos (reveladores). El segundo proceso consiste en atacar el metal no protegido por fotorresina con ácidos.

Las etapas de fabricación de patrones por este procedimiento de fotolitografia son las siguientes: (1) Sobre el material que se quiere realizar el patrón se deposita una capa de fotorresina. (2) Se superpone una máscara de sombra previamente diseñada sobre la fotoresina. Se le aplica luz, quedando por tanto modificada solamente la zona expuesta a la luz. (3) Se introduce la muestra en un revelador. Esto hace que la fotorresina que ha sido expuesta a la luz UV se disuelva, mientras que la otra parte permanece intacta. (4) Se introduce la muestra en ácido. Éste ataca a las zonas no protegidas por la fotoresina dejando intactas las demás. (5) Se elimina toda la fotorresina con un disolvente quedando el material ya con el diseño deseado.

Este proceso, que se utiliza habitualmente para hacer el patrón sobre el ánodo, no puede aplicarse directamente al cátodo, ya que debajo del mismo se sitúan las capas de material orgánico, altamente sensibles a los productos químicos necesarios para disolver el metal y la fotorresina. De forma experimental se ha conseguido con éxito fabricar pantallas (*displays*) con esta técnica pero con materiales orgánicos muy determinados, compatibles con los productos químicos empleados en este proceso (D. G. Lidzey *et al*, Synth. Met. 82, pp-141.

Otra técnica muy utilizada en las pantallas (*displays*) orgánicos cuya capa activa se deposita mediante evaporación (moléculas), consiste en fabricar pilares encargados de separar un pixel de otro (P. F. *et al* Appl. Phys Lett. 71 pp 3197). Esta técnica, sin embargo, no se puede extrapolar al caso de pantallas (*displays*) basadas en polímeros, ya que éstos se depositan mediante centrifugado (*spin coating*) y hacerlo sobre superficies no planas con pilares altos resulta problemático. Adicionalmente, los pilares son de un material sensible a los disolventes utilizados en el *spin coating*, dificultando más, si cabe, este proceso.

Existen otras dos técnicas utilizadas en el patrón del cátodo, una basada en ataque seco, y otra que utiliza técnicas de fotorresina transferida que actúa como separador en el cátodo. A continuación se describen estas técnicas.

La primera es similar a la citada anteriormente de fotolitografía pero con algunas diferencias sustanciales en el método de eliminación del metal. Consiste en depositar primero el cátodo (sobre las capas orgánicas) y después la fotorresina. Ésta se diseña con el patrón correspondiente haciendo uso de la técnica estándar de ataque húmedo (el cátodo protege a las capas orgánicas que se encuentran debajo). Después se ataca el cátodo con un ataque seco que no afecte a los compuestos orgánicos (utilizando un plasma basado en cloro) ("Pattering Techniques for Polymers Light Emitting Devices", PhD F. Pschenitzka, Princenton University, 2002).

La segunda se basa en adaptar la técnica de los separadores a materiales poliméricos. Consiste en depositar una capa de fotorresina con un patrón determinado sobre el polímero depositado mediante *spin coating*. El diseño de la fotorresina debe ser previo a su depósito sobre el material orgánico ya que, de otra forma, los disolventes necesarios para su disolución degradarían las capas orgánicas sobre las que está dispuesta la fotorresina. Una vez hecho esto (mediante una técnica denominada "transferencia de una película de fotorresina prediseñada") se evapora el metal quedando los diodos separados unos de otros mediante los pilares de fotorresina que se han transferido. El problema que puede plantear esta técnica es que al hacer la evaporación queden cortocircuitados unos diodos con otros vía el metal que actúe como cátodo, ya que éste puede depositarse como una manta sobre la superficie, dependiendo especialmente de la altura de los pilares de fotorresina.

Existe otra técnica no comercializada todavía pero sí patentada [WO9903157], que es la de ablación láser, tanto de capas orgánicas, como del cátodo. Consiste en eliminar el cátodo (una vez depositado después de todas las capas orgánicas) aplicando un haz de luz láser de una determinada potencia. El láser va dibujando el patrón deseado.

La técnica estrella en el desarrollo de displays orgánicos basados en polímeros y que fue desarrollada por la empresa *Cambridge Display Technology* (CDT, http://www.cdtltd.co.uk/) es la impresión por chorro [US5328809, US6498049]. El polímero se deposita mediante inyección con una impresora, como si fuera tinta, según un patrón determinado. Esta técnica es sencilla, permite fácilmente el desarrollo de *displays* a color (cada color se deposita según el patrón correspondiente) y es una técnica fácilmente escalable a *displays* de gran tamaño (en la actualidad se han conseguido displays de hasta 40 pulgadas). Esta técnica no requiere de un diseño del patrón del cátodo ya que lo que se diseña son las diferentes capas orgánicas, que mediante la impresora sólo se depositan en los lugares adecuados.

La técnica para el diseño del cátodo que se propone en esta patente resuelve varios problemas simultáneamente:

1. No necesita de grandes y costosos equipos como los necesarios para algunas de las técnicas arriba mencionadas (*ink jet printting*)

2. Evita el contacto del material orgánico con productos que lo degraden, como son el revelador de fotoresina, los disolventes, el agua y los ácidos.

3. La técnica, una vez puesta a punto y calibrada, en términos de tipo y forma de punta de prueba a utilizar, presión y velocidad de la punta sobre la muestra, etc, es válida para cualquier material que se pueda utilizar como cátodo y asimismo es válida para cualquier compuesto orgánico que se utilice como capa activa.

4. Esta técnica también garantiza la ausencia de cortocircuitos entre unos diodos y otros.

Descripción de la invención

La técnica aquí descrita se refiere a un nuevo procedimiento para la definición del cátodo o realización de un patrón sobre el cátodo de pantallas o *displays* orgánicos de emisión de luz (OLEDs) que simplifica de manera ostensible todo el proceso de fabricación actual de los patrones. Esta técnica consiste en definir las pistas que conforman el cátodo erosionando (erosión mecánica o ablación) el metal o capa metálica que actúa como cátodo en la pantalla, de esta forma se van definiendo pistas conductoras con las que se forma el electrodo.

Este procedimiento no hace uso del proceso fotolitográfico con lo que no es necesario realizar las máscaras de dicho proceso, ni necesita utilizar costosos equipos de producción como baños húmedos, etc., ni es necesario elaborar las máscaras actuales de litografía, ni hacer uso de productos químicos o de máquinas de impresión por chorro. Esta técnica hace que el proceso de fabricación sea también mucho más rápido, pasando de las varias horas que requieren otras técnicas a algunos minutos (en función de la complejidad del diseño) que tarda éste.

Este procedimiento consta de varias fases: el primer paso será diseñar el patrón que se desea realizar con la ayuda de un software de diseño gráfico; el segundo paso es configurar correctamente el sistema de grabado, es decir, la velocidad de movimiento de la punta, la presión de la punta sobre el material, etc. El tercer paso es enviar la información al equipo de ablación y el último paso es la ablación propiamente dicha que incluye dos acciones simultáneas: el movimiento de presión de la punta sobre el cátodo produciendo la grabación y la absorción de las virutas mediante un sistema de aspiración. En el procedimiento interviene un posicionador electromecánico, donde se integra el sistema punta + cabezal, con capacidad de desplazamiento en dos dimensiones (plano horizontal, XY) y con una resolución de al menos 100 micras, controlado por un ordenador, así como de un cabezal al que se ha adaptado una punta, que es la que realiza la ablación mecánica sobre el metal. Esta punta está hecha de un material metálico duro, como pueden ser el acero inoxidable, el titanio, o diversas aleaciones, por citar algunos, y que puede, o no, tener reforzada la parte que realiza la erosión con otros materiales, como puede ser el diamante.

La punta integrada en el cabezal que realiza la ablación tiene una forma de cono, con un ángulo que puede llegar a alcanzar hasta los 120 grados, y dispone de un sistema de amortiguación que permite el movimiento vertical que le permite absorber las irregularidades de la capa metálica.

El dispositivo posicionador del cabezal dispone de un sistema de aspiración para absorber las virutas que se desprenden del proceso de ablación, para evitar que provoquen cortocircuitos entre las diferentes pistas metálicas.

Descripción de una realización preferida

El equipo comercial que se utiliza para realizar la ablación descrita anteriormente funciona como una impresora, es decir, se puede conectar en red o puede recibir datos a través de un cable de red cruzado conectado a un ordenador personal. Por tanto, el primer paso es diseñar el patrón que se desea realizar con la ayuda de un software de diseño gráfico. Por ejemplo, se puede elegir un patrón en el que las pistas tengan 1 mm de ancho y la separación entre pistas regulada desde un mínimo de 100 micras hasta 300 micras aproximadamente. Esta distancia, no demasiado crítica dentro de ese margen, está determinada por la geometría, dimensiones (apertura del ángulo de la punta) y condiciones de trabajo de la punta de prueba utilizada.

En segundo lugar, el sistema de grabado ha de estar configurado correctamente antes de enviarle desde el ordenador la información del diseño a realizar. Para ello la velocidad de movimiento de la punta se ajusta en torno al 5% del valor máximo de velocidad del posicionador XY utilizado, lo que se corresponde con una velocidad de entre 0,5 y 1 cm/s. El factor más relevante es la presión de la punta sobre el material, que debe situarse en un margen que exceda la dureza del sistema de capas a desprender, pero no la del ánodo. En el ejemplo mostrado, esto depende de la naturaleza del sistema de capas cátodo-polímero (teniendo en cuenta su espesor, materiales, etc) y de la dureza del sustrato ITO-vidrio. Dado que el polímero es significativamente más blando que el ITO, este margen es amplio, estimándose que la presión ejercida por la punta debe ser al menos superior a 10^{11} N/m^2. La dureza del ITO en forma de lámina delgada es difícil de estimar [1], pero en la práctica bastará una inspección óptica para garantizar la ausencia de daño. Si la punta ejerce una presión inferior a la adecuada, se repetirá el proceso tantas veces como sea necesario, de forma que aseguremos la eliminación de cortocircuitos entre unas pistas y otras.

En este sentido, el sistema se puede complicar con películas adicionales sobre el cátodo metálico que prevengan la dispersión de restos y virutas, lo cual redunda, a su vez, sobre la calibración de la presión ejercida por la punta.

Aplicación industrial

Este procedimiento sirve para realizar un patrón sobre el cátodo de un diodo basado en tecnología orgánica, por tanto, es válido para cualquier material que se pueda utilizar como cátodo y cualquier compuesto orgánico que se utilice como capa activa.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de cátodos de pantallas basadas en material orgánico electroluminiscente, que hace uso de un sistema que comprende una punta integrada en un cabezal y un posicionador para dicho cabezal, **caracterizado** porque consta de las siguientes etapas: el primer paso será diseñar el patrón que se desea realizar con la ayuda de un software de diseño gráfico; el segundo paso es configurar correctamente el sistema de grabado; el tercer paso es enviar la información al equipo de ablación y el último paso es la ablación propiamente dicha, que incluye dos acciones simultáneas: el movimiento de presión de la punta sobre el cátodo produciendo la grabación o definición programada, y la absorción de las virutas que produce la grabación mediante un sistema de aspiración.

2. Procedimiento de fabricación de cátodos para diodos luminiscentes, según reivindicación 1, **caracterizado** porque la definición de la superficie que conforma el cátodo se realiza mediante un procedimiento de erosión mecánica (ablación) de la capa metálica que actúa como cátodo en la pantalla.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 y 2, **caracterizado** porque la punta que realiza la ablación es de un material metálico duro, como pueden ser el acero inoxidable o el titanio o aleaciones de ellos por citar algunos, y que puede, o no, tener reforzada la parte que realiza la erosión con otros materiales, como puede ser el diamante.

4. Procedimiento según la reivindicación 1 y 2, **caracterizado** porque la punta que realiza la ablación tiene forma de cono, con un ángulo que puede alcanzar hasta los 120 grados.

5. Procedimiento según la reivindicación 1 y 2, **caracterizado** porque la punta dispone de un sistema de amortiguación, que permite el desplazamiento de forma vertical, de modo que permite absorber las irregularidades del material.

6. Procedimiento según la reivindicación 1 y 2, **caracterizado** porque el posicionador, donde se coloca el sistema punta + cabezal que realiza la erosión, es un dispositivo electromecánico con capacidad de desplazamiento en dos dimensiones y con una resolución de al menos 100 micras.

7. Procedimiento según la reivindicación 1 y 2, **caracterizado** porque el posicionador del cabezal está controlado por un ordenador, que se encarga de enviar los datos del diseño a realizar de manera análoga a como se los enviaría a una impresora.

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) ES 2 302 477

(21) Nº de solicitud: 200703237

(22) Fecha de presentación de la solicitud: **05.12.2007**

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

(51) **Int. Cl.:** Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 2006129126 A2 (PLASTIC LOGIC LTD; HAYTON CARL; CAIN PAUL; BROWN THOMAS) 07.12.2006, (resumen) [en línea] Recuperado de: EPOQUE.	1
A	EP 1589579 A2 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO) 26.10.2005, resumen; párrafos [1-34]; figura 4.	1
A	US 2007111371 A1 (SAMSUNG SDI CO LTD; AHN T; SUH M) 17.05.2007, todo el documento.	1
A	EP 1670079 A2 (SAMSUNG SDI CO LTD; SAMSUNG SDI GERMANY GMBH) 14.06.2006, (resumen y figuras 5A-5F) [en línea] Recuperado de: EPOQUE.	1
A	US 2006199475 A1 (EASTMAN KODAK CO) 07.09.2006, resumen; párrafos [13-26].	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
30.04.2008	E. Martín Malagón	1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

H01L 51/00 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01)