



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

División de Nuevas Creaciones

**SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION**

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-025971- -00000-0000

Fecha: 2014-02-07 12:37:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios 4142

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TÍTULO AGLOMERACION DE NANOPARTICULAS RECUBIERTAS CON
ALCOXISILANO MAGNETICO

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE MAGFORCE AG

DOMICILIO BERLIN, ALEMANIA

74. APODERADO LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
C.C. 35.456.344 de Usaquén

22. BOGOTÁ, D.C., _____

	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  No. 14-025971- -00000-0000 Fecha: 2014-02-07 12:37:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO Act. 411 PRESENTACION Folios: 42 radicación
---	--

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención		☐ Patente de Modelo de Utilidad	
2	TÍTULO DE LA INVENCIÓN			3	CIP Clasificación Internacional de Patentes
MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE UNA PELÍCULA DELGADA FORMADA POR UN CRISTAL COLOIDAL INFILTRADO CON EL POLÍMERO LUMINISCENTE MDMO-PPV FORMADO A PARTIR DE ESFERAS DE SÍLICE (SiO ₂), CON ESTRUCTURA CÚBICA CENTRADA EN LAS CARAS (FCC)				H01L 051/050 H01L 051/052	
4	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA			NOMBRE		IDENTIFICACIÓN
5 DATOS DEL SOLICITANTE					
DIRECCIÓN		Carrera 7 No. 40-62, Bogotá, Colombia		No. TELÉFONO	3 47 36 11
CIUDAD		Bogotá		CORREO ELECTRÓNICO	clientes@cavelier.com
DEPARTAMENTO/ESTADO				NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN	Colombia
PAÍS DE RESIDENCIA		Colombia			
6	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
APELLIDOS		NOMBRES		NACIONALIDAD	
1. SALCEDO REYES		Juan Carlos		Colombiano	
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:					
7	DATOS INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
PAÍS RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO		CIUDAD	DIRECCIÓN
1. Colombia				Bogotá	Carrera 7 No. 40-62, Bogotá, Colombia
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)					
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja de información complementaria.					
8	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO				
APELLIDOS De Páez		NOMBRES Luz Clemencia		IDENTIFICACIÓN C.C. 35.456.34 T.P. 23.555	
DIRECCIÓN		Carrera 4ª No. 72-35		No. TELÉFONO	3 47 36 11
CIUDAD		BOGOTA		CORREO ELECTRÓNICO	cavelier@cavelier.com
PAÍS		COLOMBIA		No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL	
9	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☐ SI ☒ NO				
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS		(31) NÚMERO	(32) FECHA (AAAA/MM/DD)

10	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS	
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i>		
☐ SI ☐ NO		
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.		
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES	
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i>		
☐ SI ☐ NO		
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o número de registro.		
12	REDUCCIÓN DE TASAS	
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i>		
☒ SI ☐ NO		
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.		
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐		
Universidades públicas o privadas ☒		
Entidades sin ánimo de lucro ☐		
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos		
13	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☐ SI ☐ NO	
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.		
14	PARA PUBLICAR A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN O DE LA PRIORIDAD INVOCADA:	15 COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO
Si es Patente de Invención ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 18 meses ☒ Otro Cual: Inmediata		Si es Patente de Modelo de Utilidad ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ Otro Cual:
No. <u>14-0013873</u> Fecha: <u>2014/02/06</u>		
16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL	
<i>Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)</i>		
Nombre del Firmante LUZ CLEMENCIA DE PAEZ		Firma <u>LUZ CLEMENCIA DE PAEZ</u>
C.C 35.456.344 de Usaquén		Tarjeta Profesional 23.555

17	ANEXOS
Documentación Técnica 1. ☒ Descripción N° de folios: <u>20</u> 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: <u>10</u> 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: <u>9</u> 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Documento de Prioridad. 6. ☐ Traducción del documento de prioridad. 7. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 8. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 9. ☐ Arte final 12 x 12. 10. ☐ Anexo formato digital.	Documentación Jurídica 11. ☒ Poder de PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA 12. ☒ Documento que legalmente prueba la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 13. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, si fuera el caso. 14. ☐ Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o certificado o número de registro, si fuera el caso. 15. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☒ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 16. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$257.500 17. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 18. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 19. ☐ Comprobante de pago por 6 reivindicaciones adicionales a 10 por

4

MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE UNA PELÍCULA DELGADA FORMADA POR UN CRISTAL COLOIDAL INFILTRADO CON EL POLÍMERO LUMINISCENTE MDMO-PPV FORMADO A PARTIR DE ESFERAS DE SÍLICE (SiO₂), CON ESTRUCTURA CÚBICA CENTRADA EN LAS CARAS (FCC)

Resumen de la Invención

La presente invención consiste en un método para la fabricación de películas delgadas formadas por esferas de SiO₂ de 250 nm de diámetro empaquetadas en estructura cúbica simple e infiltradas con el polímero orgánico luminiscente Poli[2-metoxi-5-(3',7'-dimetiloctiloxi)-1,4-fenileno-vinileno] (MDMO-PPV). La película delgada se puede depositar sobre un substrato de cal de soda o de óxido de indio dopado con estaño (ITO). El método de fabricación incluye la síntesis de una solución coloidal, en las proporciones adecuadas, de esferas de SiO₂ y un solvente orgánico de alta viscosidad y su posterior tratamiento por medio del método de centrifugado (spin coating). El método planteado permite obtener películas de grosor controlable y con buena calidad estructural que pueden ser acoplados fácilmente como región activa en la estructura de un diodo emisor de luz orgánico en el que, gracias a la película que se plantea en la presente invención, se mejora considerablemente la extracción de luz producida por la región activa.

**MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE UNA PELÍCULA DELGADA FORMADA
POR UN CRISTAL COLOIDAL INFILTRADO CON EL POLÍMERO LUMINISCENTE
MDMO-PPV FORMADO A PARTIR DE ESFERAS DE SÍLICE (SiO₂), CON
ESTRUCTURA CÚBICA CENTRADA EN LAS CARAS (FCC)**

Objetivo de la invención

La presente solicitud de patente de invención se refiere a un método de fabricación rápido, sencillo y reproducible de un cristal coloidal con empaquetamiento cúbico centrado en las caras (fcc, face centered cubic) formado por esferas de sílice (SiO₂) de 250 nm de diámetro e infiltrado con el polímero luminiscente Poli[2-metoxi-5-(3',7'-dimetiloctiloxi)-1,4-fenileno-vinileno] (MDMO-PPV) usando la técnica de recubrimiento por centrifugado (spin-coating).

Campo de la invención

La presente invención tiene su aplicación dentro del campo de la industria de la iluminación y, más específicamente, a la industria dedicada a la fabricación de pantallas planas luminiscentes, lámparas, láseres orgánicos, avisos, indicadores luminosos y demás.

Antecedentes de la invención

Los Diodos Emisores de Luz Orgánicos (OLED, por sus siglas en inglés Organic Light Emitting Diode) se basan en la inclusión, entre el ánodo y cátodo, de una capa electroluminiscente formada por una película de componentes orgánicos semiconductores y luminiscentes que reaccionan a una determinada estimulación eléctrica, obteniendo, de esta manera, un dispositivo que transforma energía eléctrica en energía lumínica. A pesar de su, relativamente, reciente creación, la tecnología OLED se ha desarrollado rápidamente debido a sus potenciales aplicaciones en la

fabricación de pantallas planas, avisos, elementos de iluminación de estado sólido, entre otras.

La estructura básica de un OLED consiste en una o varias capas de material orgánico semiconductor que se sitúan entre dos electrodos (región activa). El electrodo negativo (cátodo) está formado por un metal o por una aleación de metales. El electrodo positivo (ánodo) es un material conductor ópticamente transparente (generalmente vidrio recubierto con un óxido conductor transparente como, por ejemplo, óxido de estaño dopado con Indio), de manera que la luz generada en la región activa pueda atravesar el ánodo. La región activa en un OLED está formada, típicamente, por una capa de una molécula orgánica luminiscente y una capa orgánica de transporte de huecos (HTL, Hole Transport Layer). En términos generales, cuando se aplica una diferencia de potencial al dispositivo, el cátodo inyecta electrones a la molécula orgánica, mientras que el ánodo extrae electrones, es decir, inyecta cargas positivas (huecos) a la molécula. En la molécula orgánica el par electrón-hueco, que corresponde a un estado excitado, puede interactuar para formar un excitón, el cual puede decaer radiativamente, generando un fotón de energía igual a la diferencia entre los niveles HOMO (High Occupied Molecular Orbital) y LUMO (Low Unoccupied Molecular Orbital) de la molécula. Generando, de esta forma, la llamada radiación excitónica de la molécula. Por la relación de Einstein-Planck la energía de cada fotón equivale a la longitud de onda (color) de la radiación emitida.

Específicamente, un MDMO-PPV/OLED (fabricado a partir del polímero luminiscente MDMO-PPV) tiene la estructura ITO/PEDOT:PSS/MDMO-PPV/METAL que se muestra en la figura 1. Como ánodo (A) se usa una capa delgada de óxido de estaño dopado con Indio (ITO, por su siglas en inglés) que es un semiconductor degenerado tipo p altamente transparente en el rango visible que, dentro de la estructura del OLED, funciona como contacto inyector de huecos que suministra cargas positivas al polímero luminiscente (B) en función de la diferencia entre el máximo de la banda de valencia (Valence Band Maximum, VBM) del ITO y la energía del más alto orbital molecular ocupado (High Occupied Molecular Orbital, HOMO) del polímero

X

luminiscente y la emisión excitónica es producida por la capa orgánica de MDMO-PPV. Con el fin de aumentar la probabilidad de inyección de huecos a la capa de MDMO-PPV, se introduce una capa orgánica, conductora y transparente (D), de poli(3,4-etilenodioxitiofeno)-poli(estireno sulfonato), abreviado como PEDOT:PSS, que facilita el transporte de huecos desde el ITO hasta el polímero luminiscente (B), debido a que posee un nivel de energía intermedio entre la banda de valencia del ITO y el HOMO del polímero. De ahí que el PEDOT:PSS actúa dentro de la estructura como la HTL. Como cátodo (C) se pueden usar diferentes metales que inyectan electrones a la capa electroluminiscente para que recombinen radiativamente con los huecos inyectados desde el ITO (ánodo). La eficiencia de la inyección de electrones está fuertemente influenciada por la función trabajo del metal que se use como cátodo, que generalmente es de plata o aluminio [Méndez, et al., Rev. Col. Fis., 2010, 42, 397-401].

Por otra parte, dentro del campo de la electrónica orgánica, mejorar la eficiencia cuántica de la emisión de los OLED es un objetivo en el que, actualmente, se presenta una gran actividad científica, debido a que muchas de las potenciales aplicaciones tecnológicas (pantallas planas, lámparas, televisores, láseres orgánicos, etc.) de los OLED dependen, fundamentalmente, de la capacidad de desarrollar metodologías que permitan aumentar dicha eficiencia cuántica externa. Sin embargo, inherente al diseño de los OLED, se observa que hay una gran pérdida de la radiación emitida por el elemento activo (MDMO-PPV) debido a la re-absorción de la radiación por parte de los materiales constituyentes del dispositivo y, además, al poco control que se tiene en el direccionamiento de la luz dentro de las diferentes capas y, en particular, en las interfaces.

La radiación emitida por la región activa (MDMO-PPV), se puede clasificar en tres modos principales (Fig. 1): El modo de guía de onda, en el que la radiación es atrapada en la región formada por las capas de METAL/MDMO-PPV/PEDOT:PSS/ITO debido a fenómenos de reflexión total interna, principalmente, en la interface ITO/substrato y METAL/MDMO-PPV. El modo de substrato, cuando la radiación es

atrapada, dentro del sustrato, debido a las interfaces ITO/sustrato y sustrato/aire. El modo aire, cuando la radiación emitida por la región activa sale del dispositivo al aire. Desde el punto de vista de la óptica clásica, debido a procesos de refracción-reflexión entre las diferentes capas que constituyen el PPV-OLED, la eficiencia de extracción de la luz del dispositivo es, aproximadamente, tan solo del 20%, teniendo en cuenta que la eficiencia de la extracción de la luz del OLED se define como la razón entre la intensidad de la radiación de modo aire y la intensidad de la radiación total emitida por el elemento activo del dispositivo [F. Masayuki et al., Japanese Journal of Applied Physics 2005; 44, 3669–3677]. Es así como, recientemente, se han propuesto una gran cantidad de técnicas que tienen como objetivo resolver el problema de la re-absorción de radiación en los OLED. Uno de los métodos más simples para extraer del sustrato algunos modos de guías de onda, es el uso de una superficie rugosa mediante la aplicación de un chorro de arena de un lado del sustrato de vidrio y la fabricación del OLED en el otro lado. Debido a la rugosidad del sustrato de los modos de ondas guiadas en la frontera cristal-aire se acoplan fuera en el espacio de aire, y la eficiencia de acoplamiento se incrementa con la rugosidad del sustrato. Por otra parte, se propone la extracción de la luz del OLED mediante la utilización de cristales fotónicos (PhC, Photonic Crystals) dispuestos de diferentes formas dentro de la estructura del OLED. [K. Saxena et al., Optical Materials, 2009, 32, 221-233]

De esta forma, la solicitud de patente WO2007141364 enseña un procedimiento de preparación de láminas delgadas de cristal coloidal que incluye las etapas de: a) preparar una suspensión coloidal conteniendo las partículas del compuesto a depositar como lámina delgada de cristal coloidal, mediante la dispersión de dichas partículas en un medio líquido volatilizable durante el proceso de deposición por centrifugado (spin-coating) y agitación de dicha suspensión durante un periodo de tiempo comprendido entre 5 minutos y 24 horas. b) aplicación de la suspensión coloidal obtenida en la etapa anterior sobre un sustrato, previamente tratado ó no, en cantidad suficiente para cubrir dicho sustrato, y c) giro del sustrato (spin-coating) con el compuesto aplicado en la etapa anterior a velocidades comprendidas entre 1

revolución por segundo y 200 revoluciones por segundo durante un periodo de tiempo comprendido entre 1 segundo y 1.200 segundos.

Diversos documentos de patente muestran técnicas para el desarrollo de dispositivos OLED, así por ejemplo, el documento de patente No. WO2006110926, se refiere a un dispositivo OLED que usa una capa de polímero emisor (MEH-PPV) ubicada entre dos electrodos semitransparente, donde al menos uno de los electrodos es perforado y el polímero semiconductor orgánico es un derivado soluble Poly[p-fenileno-vinileno] (PPV).

El documento de patente de Estados Unidos No. US6403238 enseña un proceso para producir un OLED que comprende una o más capas activas emisoras de luz, ubicadas entre dos capas inyectoras de contacto recubiertas sobre un sustrato, donde, al menos, una de las capas activas están constituidas por Poli[2-metoxi-5-(2-etilhexiloxi)-1,4-fenileno-vinileno-1,2-etileno-2,5-dimetoxi-1,4-fenileno-1,2-etileno] (M3EH-PPV). Donde el M3EH-PPV opcionalmente puede mezclarse con otros materiales eléctricamente activos y aplicarse en una solución en forma de película sobre el sustrato.

La solicitud Colombiana No. CO6470853 se refiere a un material compuesto que comprende cuando menos dos componentes, en donde al menos un componente está presente en la forma de nano-partículas, que consiste de al menos tres metales y al menos un no-metal y el diámetro del cual es menor que un micrómetro, de preferencia menor a 200 nm. El material compuesto de acuerdo con la invención está particularmente bien adecuado para la producción de capas fotoactivas.

El documento US8329505 enseña un método para la deposición del cátodo para la estructura de un diodo OLED. La invención comprende un número de potenciales ventajas como un menor tiempo de fabricación del dispositivo, menos consumo de materiales y menos equipamiento

El documento de patente EP1929533 se refiere a un método de fabricación de una pantalla OLED que tiene una pluralidad de dispositivos OLED. El método incluye proporcionar una pluralidad de dispositivos OLED en un sustrato y compartiendo un electrodo común transmisor de la luz, de esta manera se forma una estructura de capa conductora estampada sobre el electrodo común de transmisión de luz.

La patente coreana No.KR100873517 se refiere a un dispositivo OLED-PhC y su método de fabricación. En la patente se enseña un dispositivo y un método que mejora la eficiencia cuántica del OLED por medio de una capa de PhC. Sin embargo no se especifica el tipo de PhC. Podría ser un 2D-PhC por litografía o un cristal coloidal. Tampoco se especifica que polímero se usa. La presente invención plantea un método de fabricación de la región activa a partir de una sola capa constituida por un cristal coloidal (esferas de SiO_2 de 250nm de diámetro con estructura fcc) y el polímero luminiscente (MDMO-PPV).

La patente japonesa No. JP4533041 propone mejorar la eficiencia cuántica de un OLED haciendo un tratamiento químico al sustrato para volverlo poroso, sin especificar el tamaño de los poros, ni el tipo de sustrato.

La solicitud de patente coreana No. KR20030026450 enseña un dispositivo orgánico de emisión de luz que mejora la eficiencia cuántica en un OLED agregando una capa de PhC en la capa superior del dispositivo (estructura cóncavo-convexa). Sin embargo este documento tampoco especifica qué tipo de PhC se utiliza.

La patente No. CN101000949 plantea un método para mejorar la mono-cromaticidad de OLEDs usando una capa de cristal coloidal. En el método se deposita una capa del polímero luminiscente (sin especificar cuál) sobre una capa de esferas de SiO_2 , sin especificar el método como se deposita esta capa. La presente invención plantea sintetizar estas dos capas en un solo procedimiento mediante un método tipo deposición por centrifugado (spin-coating).

La patente china No. CN101409331 se refiere a un dispositivo electroluminiscente que mejora la extracción de luz colocando un cristal fotónico (no especifica cuál) en la parte superior de la estructura. El dispositivo de visualización mejorado puede ser fabricado utilizando una película donante de transferencia térmica para adherir la capa de cristal fotónico a la estructura.

La solicitud de patente No. US20080284320 plantea un método para el mejoramiento de la eficiencia cuántica de OLED mediante la utilización de un sustrato con un cristal fotónico, este cristal comprende una estructura de película sobre un sustrato producido usando una combinación de materiales de alto y bajo índice de refracción.

El documento de patente No. US2010148158 se refiere al mejoramiento de la eficiencia cuántica de OLED que tiene excelente solubilidad y estabilidad térmica mediante la incorporación de una capa de SiO₂ en nano-polvo (nanopowder) mediante recubrimiento por goteo (dip-coating).

De igual manera en diversos artículos de investigación trabajan sobre la optimización de los dispositivos electroluminiscentes. Por ejemplo Wang B. et.,al. aborda el mejoramiento de la eficiencia cuántica de OLED mediante litografía de nano-esferas (Journal of Crystal Growth, Volume 288, Issue 1, 2 February 2006, Pages 119–122).

De igual manera Kim M. et., al, en su artículo titulado *Enhanced performance of organic light-emitting diodes using two-dimensional zinc sulfide photonic crystals*, se refieren al mejoramiento de la eficiencia cuántica de OLED mediante PhC de ZnS crecido sobre el sustrato de vidrio (Journal of Applied Physics, Volume:106 , Issue: 11).

Puzzo D. et al, reporta un proceso para el mejoramiento de la eficiencia cuántica de OLED mediante 1D-PhC de TIN dopado con antimonio (Nano Lett., 2011, 11 (4), pp 1457–1462). Así mismo Quang-Cherng H. se refiere a la fabricación de la estructura de un cristal fotónico usando nano-impresión, lo cual mejora sustancialmente la

eficiencia cuántica de PMMA-OLED mediante 2D-PhC por litografía (Microelectronic Engineering Volume 91, March 2012, Pages 178–184).

Como se puede ver, aun cuando la incorporación de cristales fotónicos a la estructura de los OLED ha mostrado ser una alternativa viable para resolver el problema de re-absorción, aún no son claras las características específicas en cuanto a dimensión, material y estructura del cristal, ni en qué parte de la estructura debe situarse para obtener una eficiencia optima de la estructura electroluminiscente.

Descripción de la Invención

Para resolver los problemas anteriores, y bajo la hipótesis fundamental de que la eficiencia del dispositivo combinado OLED-cristal coloidal se incrementa cuando hay un acoplamiento óptico entre la absorción del polímero luminiscente y la absorbancia del cristal coloidal (mediante la condición de Bragg), en esta invención se describe el proceso de fabricación de un cristal coloidal con estructura fcc formado por esferas de sílice de 250 nm de diámetro infiltrado por el polímero luminiscente MDMO-PPV mediante la técnica de deposición por centrifugado (spin-coating) para, posteriormente, ser implementado dentro de la estructura típica de un OLED (Fig. 1) con el fin de mejorar la eficiencia cuántica del dispositivo. De esta manera, el objeto de la presente invención es el procedimiento de fabricación, rápido, sencillo y reproducible, usando la técnica de deposición por centrifugado (spin-coating) para obtener una película delgada formada por un cristal coloidal infiltrado con MDMO-PPV.

La configuración del dispositivo OLED comprende una secuencia de capas orgánicas ubicadas entre dos electrodos, un ánodo para la inyección de huecos y un cátodo para la inyección de electrones. Los portadores de carga se mueven a través de las capas de transporte y se encuentran en la capa de emisión (EML, Emission Layer),

donde se forman excitones que presentan una cierta probabilidad de decaer radiativamente.

Para lograr mayores eficiencias, la capa de inyección de huecos (HIL, Hole Injection Layer) tiene que facilitar la inyección de huecos desde el ánodo a la capa de transporte de huecos (HTL). Esto puede lograrse eligiendo el nivel energético del orbital molecular ocupado más alto (HOMO, High Occupied Molecular Orbital) de forma que esté entre el HOMO de la HTL y el potencial de ionización del ánodo. La transmisión de todas las capas orgánicas debe ser alta en la región de la longitud de onda de emisión. Las posiciones de los orbitales HOMO y LUMO (Low Unoccupied Molecular Orbital) de la capa de emisión (EML) deben posibilitar la inyección de huecos y electrones desde las capas vecinas. Las propiedades de las capas de transporte de electrones (ETL) y de inyección de electrones (EIL, Electron Injection Layer) serían complementarias a las ya vistas para las capas HIL y HTL. El ánodo tiene un potencial de ionización alto para inyectar huecos en el HOMO de la HIL. Por consiguiente, el cátodo debe ser un metal con una función de trabajo baja. Finalmente, al menos un electrodo debe ser transparente para lograr una alta eficiencia de extracción de la luz. Por esta razón, en la mayor parte de los casos se utiliza ITO (óxido de estaño-indio) como ánodo transparente.

El dispositivo OLED cuenta con menos capas de las mencionadas, dado que algunos materiales orgánicos reúnen varias de las propiedades mencionadas anteriormente en una capa. En el caso más sencillo, como ocurre en algunos OLED basados en polímeros, una sola capa debe cumplir todas las tareas necesarias. Esto sólo puede llevar a eficiencias cuánticas altas si esta única capa es capaz de inyectar y transportar huecos y electrones con la misma facilidad.

Las barreras de inyección de portadores en las distintas interfaces y las movilidades determinan la posición de la zona de recombinación y el rendimiento del dispositivo, afectando a los voltajes de funcionamiento y la eficiencia de la luminiscencia. La interacción entre el electrodo y la capa orgánica también tiene una influencia

sustancial en las propiedades electrónicas de la interfaz, que a su vez determinan las propiedades del OLED. Para optimizar el rendimiento se minimizan las barreras para la inyección de carga eligiendo electrodos con funciones de trabajo bien ajustadas a las bandas del polímero. Por este motivo, los materiales utilizados en la presente invención son para el ánodo ITO y PEDOT:PSS, los cuales tienen la propiedad de ser transparentes, permitiendo que la luz pueda salir del dispositivo.

Para el cátodo, el material utilizado es un metal con una inyección mejorada de electrones tal como el aluminio o la plata. Sin embargo estos materiales son reactivos con el oxígeno, por lo cual el dispositivo debe ser herméticamente sellado para prolongar su vida. Es posible alcanzar una inyección mejorada de electrones desde estos metales, recubriendo el electrodo con una monocapa polar auto-ensamblada.

Dentro del marco del diseño y técnicas de fabricación de dispositivos opto-electrónicos, los polímeros luminiscentes muestran diferentes ventajas respecto a los semiconductores inorgánicos tradicionales, debido, principalmente, a que presentan un alto grado de solubilidad. Esta propiedad permite el uso de las llamadas técnicas de fabricación húmedas (wet techniques) cuya particularidad principal es que no requieren sistemas de alto vacío, lo que las convierte en técnicas de fabricación de dispositivos opto-electrónicos más baratas y versátiles.

Una de las técnicas húmedas más ampliamente usadas es la de deposición por centrifugado (spin-coating) en el que se deposita una capa delgada y uniforme del polímero luminiscente sobre un substrato, generalmente un vidrio de cal sodada, por deposición por centrifugación de una solución polímero-etanol. Además, la luminiscencia de este tipo de polímeros los hace muy atractivos para el diseño de diodos emisores de luz orgánicos (OLED). Es así como el polímero luminiscente Poli [p-fenileno venileno] (PPV), y sus compuestos conjugados, han sido históricamente los más ampliamente usados en la fabricación de este tipo de dispositivos lumínicos.

Los aspectos relevantes y las ventajas de la presente invención serán mejor entendidos con relación a las siguientes figuras.

Descripción de las Figuras

- Fig. 1 Diagrama esquemático de un OLED típico. Se indican los modos ópticos del dispositivo.
- Fig 2. Diagrama esquemático de un OLED fabricado a partir del polímero electroluminiscente MDMO-PPV en donde se muestran las diferentes capas que conforman el dispositivo.
- Fig 3. Diagrama esquemático de la estructura de capas en un MDMO-PPV OLED.
- Fig 4. Espectros de transmitancia y de reflectancia de una capa de MDMO-PPV
- Fig 5. Espectro de transmitancia en función del ángulo de incidencia de un cristal coloidal con estructura FCC
- Fig 6. Espectro de fotoluminiscencia de una capa de MDMO-PPV obtenida por deposición por centrifugado (spin-coating).
- Fig 7. Imagen SEM de un cristal coloidal obtenido a partir de una solución 15:85 p/p de esferas de SiO_2 de 250 nm de diámetro y ciclohexanona del 1% p/p.
- Fig 8. Imagen SEM de un cristal coloidal obtenido a partir de una solución 17:83 p/p de esferas de SiO_2 de 250 nm de diámetro y ciclohexanona del 1% p/p.
- Fig 9. Espectro de transmitancia de un cristal coloidal formado por esferas de SiO_2 de 250 nm de diámetro e infiltrado con MDMO-PPV.

Descripción detallada de la invención

La estructura de un dispositivo OLED posee una configuración en capas y su fabricación es de forma secuencial. El ánodo ITO consiste en un soporte transparente de vidrio o un polímero flexible, sobre el que se deposita una mezcla de óxidos de indio y estaño que forman una capa conductora. A continuación, se depositan de forma secuencial la película o películas orgánicas. La forma de depositar estas capas está en función de la naturaleza de las propias sustancias químicas, que pueden ser polímeros o moléculas pequeñas. Finalmente, y una vez que todas las películas han sido depositadas, el dispositivo se cierra con el cátodo, que está constituido por un metal o aleación de metales de baja función trabajo (aluminio, plata u oro), y que se deposita mediante técnicas de evaporación en alto vacío.

Un dispositivo OLED fabricado a partir de polímero electroluminiscente, comprende diferentes capas que se alinean según los diferentes niveles de energía de la heteroestructura. Un OLED fabricado a partir del polímero MDMO-PPV (PPV-OLED) tiene la estructura ITO/PEDOT:PSS/MDMO-PPV/Metal que se muestra en la figura 2. Como ánodo se usa una capa delgada de óxido de estaño dopado con Indio ITO (1) que es un semiconductor degenerado tipo *p* altamente transparente (transmitancia mayor al 90%) en el rango visible que, dentro de la estructura del OLED, funciona como contacto inyector de huecos que suministra cargas positivas al MDMO-PPV en función de la diferencia entre el máximo de la banda de valencia (VBM, Valence Band Maximum) del ITO y la energía del más alto orbital molecular ocupado (HOMO) de la capa orgánica MDMO-PPV. La electroluminiscencia es producida por la capa orgánica de MDMO-PPV (3) debido a la recombinación radiativa de pares electrón-hueco. Con el fin de aumentar la probabilidad de inyección de huecos a la capa de MDMO-PPV (3), se introduce una capa orgánica conductora y transparente PEDOT:PSS (2) que facilita el transporte de huecos desde el ITO (1) hasta el polímero luminiscente, debido a que posee un nivel de energía intermedio entre la banda de valencia del ITO y el HOMO del polímero. De ahí que se le denomine al PEDOT:PSS como capa de transporte de huecos (HTL). Como cátodo (4) se pueden usar diferentes metales que

inyectan electrones a la capa electroluminiscente para que se recombinen radiativamente con los huecos inyectados desde el ITO (ánodo). La eficiencia de la inyección de electrones está fuertemente influenciada por la función trabajo del metal que se use como cátodo (1) que generalmente es de aluminio, plata u oro.

A pesar de que las características electroluminiscentes del sistema MDMO-PPV dependen intrínsecamente de los materiales constituyentes, los cuales determinan el alineamiento de sus niveles de energía, la densidad de huecos, y la eficiencia de inyección de electrones desde el cátodo, es claro que la eficiencia del dispositivo es afectada por factores geométricos y por parámetros de fabricación, tales como el grosor de las capas de MDMO-PPV (3), PEDOS:PSS (2) e ITO (1) y, sobre todo, por la calidad de sus interfaces. Es así como, recientemente se han estudiado intensivamente diferentes maneras de aumentar significativamente la intensidad de radiación que se extrae de los OLED, tales como: i) la incorporación de centros dispersores en la estructura, ii) el uso de micro-lentes, iii) La incorporación de materiales con bajo índice de refracción, iv) la utilización de refractores de Bragg, v) la incorporación de nano-partículas en la estructura y vi) el patronamiento del sustrato.

En particular, la incorporación de centros dispersores a la estructura es uno de los métodos más eficientes para mejorar la extracción de luz de los OLED para aplicaciones generales de iluminación. Si una monocapa hexagonal compacta (hcp) de esferas de SiO_2 coloidales es incorporada en la región del modo de guía de onda, la eficiencia del dispositivo aumenta considerablemente debido a que la estructura ordenada se comporta como una rejilla de difracción bidimensional. Los PhC bidimensionales, han sido usados intensivamente para aumentar la extracción de luz en OLED formando estructuras conocidas como ITO/Organico/PhC. Por otra parte, haciendo un patronamiento por fotolitografía sobre la superficie del ITO en forma de red cuadrada bidimensional con periodicidad de 300 nm se ha demostrado que, cuando se satisface la condición de Bragg, la radiación emitida en la región activa se acopla a la radiación del modo aire.

En general, la radiación emitida por la región activa MDMO-PPV, se puede clasificar en tres modos principales que se muestran en la figura 3. El modo de guía de onda (5), en el que la radiación es atrapada en la región formada por las capas de ETL/MDMO-PPV/PEDOT:PSS/ITO debido a fenómenos de reflexión total interna, principalmente, en la interface ITO/substrato y ETL/MDMO-PPV. El modo de substrato (6), cuando la radiación es atrapada, dentro del substrato, debido a las interfaces ITO/substrato y substrato/aire. El modo aire (7), cuando la radiación emitida por la región activa sale del dispositivo al aire. La radiación producida en la región activa sufre diferentes procesos de reflexión-refracción, dependiente de los índices de refracción, en la interface entre las diferentes capas de la estructura, esto se representa en la figura mediante las flechas en las interfaces.

Desde el punto de vista de la óptica clásica, debido a procesos de refracción-reflexión entre las diferentes capas que constituyen el PPV-OLED, la eficiencia de extracción de la luz del dispositivo es tan solo del 20%, teniendo en cuenta que la eficiencia de la extracción de la luz del OLED se define como la razón entre la intensidad de la radiación de modo aire y la intensidad de la radiación total emitida por el elemento activo del dispositivo.

Para lograr que la eficiencia del dispositivo combinado OLED-cristal coloidal se incremente, se debe asegurar el acoplamiento entre la absorción del polímero luminiscente y la absorbancia del cristal coloidal mediante la condición de Bragg. En consecuencia, la presente invención desarrolla un método de fabricación, por la técnica de deposición por centrifugado (spin-coating), de un cristal coloidal formado por esferas de sílice de alrededor de 250 nm de diámetro con estructura cúbica centrada en las caras (fcc) e infiltrado con el polímero luminiscente MDMO-PPV para aplicación en el aumento de la extracción de luz de OLED.

El proceso de fabricación de una película delgada formada por un cristal coloidal infiltrado con el polímero luminiscente MDMO-PPV formado a partir de esferas de

sílice (SiO_2), con estructura cúbica centrada en las caras (fcc) incluye las siguientes etapas:

1. Síntesis de esferas de SiO_2 mono-dispersas

- i) Síntesis de esferas de SiO_2 de 250 nm de diámetro por el método de Stöber (Stöber, W., Fink, A., Bohn, E., Controlled growth of monodisperse silica spheres in the micron size range, J. Colloid Interface Sci. 1968: 26(1): 62-69). Este método es adecuado para sintetizar esferas de entre 100 y 2000 nm, dependiendo del tiempo de la reacción y de la concentración relativa entre agua, amoníaco, etanol y tetraetil-ortosilicato ($\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$), abreviado teos. Se deja la reacción el tiempo necesario, del orden de una hora aproximadamente, dependiendo del diámetro de las esferas de SiO_2 que se requiera.
- ii) Se sedimenta al menos tres veces una mezcla de agua y las esferas de SiO_2 obtenidas en el paso anterior con el fin de obtener una solución mono-dispersa de esferas de SiO_2 .
- iii) Finalmente, se seca la suspensión mediante centrifugado a la velocidad y tiempo necesarios para que las esferas se separen del solvente con el fin de obtener esferas de SiO_2 en polvo, se calienta a temperatura y tiempo necesarios para que el solvente se evapore completamente.

2. Preparación de la suspensión coloidal

- i) Preparación de una suspensión viscosa de esferas de SiO_2 del diámetro requerido y un solvente orgánico adecuado a las concentraciones adecuadas para obtener una suspensión con la suficiente cantidad de esferas de SiO_2 para cubrir toda el área del sustrato. La condición para el solvente orgánico es que sea lo suficientemente viscoso (viscosidad ~ 2.0 mPa-s) y que el polímero luminiscente sea solvente en él.

- ii) Con el fin de separar posibles aglomerados, producto del secado de las esferas de SiO_2 , se somete la suspensión a ultrasonido durante el tiempo necesario, del orden de media hora, para garantizar que dichos aglomerados sean destruidos y, de esta forma, obtener una suspensión uniforme.
- iii) Se agrega el polímero luminiscente a la suspensión obtenida en el paso anterior de modo que se obtenga una mezcla, con valores adecuados de viscosidad y densidad, entre el polímero luminiscente, el solvente orgánico y las esferas de SiO_2 .
- iv) Con el fin de obtener una mezcla uniforme, se somete a agitación magnética durante el tiempo y, temperatura necesarios para que polímero luminiscente se disuelva uniformemente en la suspensión.

3. Tratamiento químico del sustrato

- i) Con el fin de que el sustrato tenga propiedades hidrofílicas, se introduce un sustrato de cal de soda en solución crómica (mezcla de dicromato de potasio, ácido sulfúrico y agua en proporciones adecuadas) durante el tiempo necesario como para obtener dicho efecto. Se retira el sustrato de la solución crómica y se juega múltiples veces con agua desionizada y se seca bajo flujo de un gas inerte (argón o nitrógeno).

4. Síntesis de la película delgada

- i) Se deposita el volumen de la mezcla necesario para cubrir el área total del sustrato en el sustrato previamente hidrofílicado y se procesa por medio del método de deposición por centrifugado (spin-coating) a la velocidad y tiempo apropiados para obtener una película uniforme en la que se observe la formación de un cristal coloidal infiltrado por un polímero luminiscente.

5. Caracterización de las películas delgadas obtenidas.

Las películas delgadas obtenidas se caracterizan, estructuralmente, por medio de la técnica de microscopía electrónica de barrido (JEOL JSM 6490) y, ópticamente, por absorbancia UV-VIS resuelta en ángulo (Ocean optics QE65000 Scientific-grade Spectrometer) y fotoluminiscencia (Acton research 270 monochromator, Hamamatsu photomultiplier tube, Standford research systems SR830 Amplifier lock-in).

Una de las principales características del método desarrollado es que la preparación de la solución coloidal de esferas de SiO_2 requiere de un solvente orgánico de alta viscosidad que además permita la disolución del polímero. Por tal motivo el solvente se elige entre la familia de componentes orgánicos tales como la ciclohexanona. De igual manera el presente método contempla el paso de introducir una cantidad de polímero orgánico en la solución coloidal, de modo que se obtenga un cristal coloidal de SiO_2 infiltrado con un polímero luminiscente. El efecto que logran incluir estas características está en que gracias al uso de un solvente de alta viscosidad, se logra la obtención de una preparación de solución coloidal combinada. Igualmente, la eficiencia del dispositivo combinado OLED-cristal coloidal se incrementa cuando hay un acoplamiento entre la absorción del polímero luminiscente y la absorbancia del cristal coloidal.

Dado que la hipótesis básica de la invención es el acoplamiento óptico entre la absorción del MDMO-PPV y la absorción del cristal coloidal, que depende del tamaño de las esferas, de la simetría de empaquetamiento (fcc), y del índice de refracción del MDMO-PPV y de las esferas de SiO_2 (que depende, a su vez, del tamaño de las esferas) según la relación (difracción de Bragg)

$$\lambda = 2h \sqrt{n_{eff}^2 - \sin \phi}$$

con

$$n_{eff} = \sqrt{f n_{\text{SiO}_2} + (1 - f) n_{\text{MDMO-PPV}}}$$

Donde $h = \pi\sqrt{1/3}$ es el factor de empaquetamiento (para empaquetamiento compacto fcc), $f = d(\sqrt{2/3})$, d es el diámetro de las esferas, $n_{\text{SiO}_2} = 1.43$ y $n_{\text{MDMO-PPV}} = 1.8$. En la figura 4 se muestran los espectros de transmitancia (8) y de reflectancia (9) de una capa de MDMO-PPV obtenida por deposición por centrifugado (spin-coating) a 7000 RPM a partir de una mezcla de Ciclohexanona y MDMO-PPV al 1% p/p, se puede ver que, a incidencia normal ($\phi = 0$), $\lambda = 500 \text{ nm}$, por lo cual el diámetro de las esferas debe ser de, aproximadamente, 250 nm.

Este cálculo se comprueba mediante el espectro de transmisión, en función del ángulo, tal como se enseña en la figura 5 donde se muestra el espectro de transmitancia en función del ángulo de incidencia de un cristal coloidal formado por esferas de SiO_2 de 250 nm de diámetro con empaquetamiento compacto fcc.

El espectro de fotoluminiscencia del MDMO-PPV se muestra en la figura 6 en el que se evidencia que la longitud de onda de emisión del MDMO-PPV, disuelto en ciclohexanona al 1% p/p es de, aproximadamente, 565 nm (10). Aparece otro pico de emisión de menor intensidad a los 665 nm (11).

El estudio estructural por SEM de las películas obtenidas se muestra en la figura 7. Claramente la tendencia a obtener películas con empaquetamiento compacto fcc en el que la superficie de la película define un plano (111) de la estructura cubica. En la figura también se observa el grosor de la película. Dependiendo de la velocidad en el proceso de deposición por centrifugado y de la concentración de SiO_2 , se puede variar el grosor de la película. A 8400 RPM se obtiene una película de, al menos, 5 monocapas ($1.2 \mu\text{m}$). Para obtener un recubrimiento uniforme se deben usar concentraciones adecuadas de SiO_2 (típicamente $> 15\%$ p/p), de lo contrario la película no quedará uniformemente cubierta tal como aparece en la figura 8.

El estudio óptico de las películas delgadas obtenidas muestra el acoplamiento óptico del MDMO-PPV con la película coloidal como puede observarse en la figura 9. En el

espectro de transmisión de la película coloidal de SiO_2 infiltrado con MDMO-PPV se observan, simultáneamente, la absorción y los picos de luminiscencia (12 y 13, en la figura 9). A incidencia normal, como se muestra en las Figs. 4 y 5, la absorción del MDMO-PPV y del cristal coloidal están en 500 nm, aproximadamente. En la figura 9 se ve claramente la superposición de la absorción de ambos sistemas. A un ángulo de incidencia de 30° , de acuerdo con la Fig. 5, hay un corrimiento de la absorción del cristal coloidal a 470 nm, mientras que, la absorción del MDMO-PPV sigue inalterada y, por lo tanto, se observa la superposición de los dos picos de absorbancia.

Este hecho demuestra que, efectivamente, en el sistema MDMO-PPV/cristal coloidal la absorbancia es la superposición de la absorbancia de cada uno de los sistemas, mientras que la película coloidal es "transparente" a la luminiscencia del MDMO-PPV. Es por esta razón que la luminiscencia se puede detectar, incluso, en los espectros de transmitancia.

Se considera no necesario hacer más extensa esta descripción para que un experto en la materia comprenda el alcance y las ventajas de la invención. Todos los términos técnicos y científicos aquí empleados tienen el mismo significado tal como comúnmente los entienden aquellos expertos en la técnica.

Reivindicaciones

1. Un método para la fabricación de una película delgada formada por un cristal coloidal infiltrado con el polímero luminiscente MDMO-PPV formado a partir de esferas de sílice (SiO_2), con estructura cúbica centrada en las caras (fcc) caracterizado por las siguientes etapas:
 - a) Sintetizar esferas de SiO_2 mono-dispersas
 - b) Preparar una suspensión viscosa de esferas de SiO_2 de entre 200 y 450 nm de diámetro, dependiendo del índice de refracción del polímero luminiscente que se use, y un solvente orgánico en el cuál el polímero luminiscente sea soluble y, además, que tenga alta viscosidad ($>2.0\text{mPa}\cdot\text{s}$) a una concentración entre el 80 y 90% p/p para obtener una suspensión con una adecuada cantidad de esferas de SiO_2 para cubrir toda el área del sustrato.
 - c) Someter la suspensión a un limpiador ultrasónico (50-300 kHz) hasta separar posibles aglomerados de esferas.
 - d) Agregar el polímero luminiscente a la suspensión obtenida en el paso anterior de modo que se obtenga una mezcla entre el 1 y 2% p/p de viscosidad y densidad, entre el polímero luminiscente, el solvente orgánico y las esferas de SiO_2 .
 - e) Someter la mezcla a agitación magnética durante un tiempo comprendido entre 0.5 y una hora y a temperatura ambiente para que el polímero luminiscente se disuelva uniformemente en la suspensión.
 - f) Introducir un sustrato de cal de soda en solución crómica durante una hora para que el sustrato adquiera propiedades hidrofílicas
 - g) Retirar el sustrato de la solución crómica y enjuagar tres veces con agua desionizada, para luego secar bajo el flujo de un gas inerte.

- h) Con el fin de obtener una película uniforme en la que se observe la formación de un cristal coloidal infiltrado con un polímero luminiscente, se depositan 200 μL de la mezcla sobre el sustrato previamente hidrofiliado y se procesa por medio del método de recubrimiento por centrifugado (spin-coating) a velocidades de entre 5000 y 8000 RPM durante un tiempo de entre 1 y 2 minutos.
2. Un método para la fabricación de una película delgada formada por un cristal coloidal infiltrado con el polímero luminiscente MDMO-PPV de acuerdo a la reivindicación 1, donde la etapa de sintetizar esferas de SiO_2 mono-dispersas se realiza por el método de Stöber el cual consiste en sedimentar, al menos tres veces, una mezcla de agua desionizada y las esferas de SiO_2 obtenidas anteriormente con el fin de obtener una solución mono-dispersa de esferas de SiO_2 . Secar la suspensión mediante centrifugado a velocidad de entre 4.000 y 6.000 RPM durante 5 minutos para que las esferas se separen del solvente. Calentar las esferas de SiO_2 en polvo para separar el solvente mediante evaporación.
3. Un método para la fabricación de una película delgada formada por un cristal coloidal infiltrado con el polímero luminiscente MDMO-PPV de acuerdo a la reivindicación 1 donde el solvente orgánico es ciclohexanona con una viscosidad de 2.02 mPa-s.
4. Un método para la fabricación de una película delgada formada por un cristal coloidal infiltrado con el polímero luminiscente MDMO-PPV de acuerdo a la reivindicación 1, donde en la etapa de preparación de la suspensión coloidal se preparan entre 600 y 800 μL de suspensión y se mezclan entre 100 y 155 mg de SiO_2 con un volumen de entre 650 y 788 μL de ciclohexanona.
5. Un método para la fabricación de una película delgada formada por un cristal coloidal infiltrado con el polímero luminiscente MDMO-PPV de acuerdo a la

reivindicación 1, donde en la etapa de agregar el polímero luminiscente MDMO-PPV se agregan entre 5.0 y 8.0 mg de polímero a la suspensión descrita.

6. Un método para la fabricación de una película delgada formada por un cristal coloidal infiltrado con el polímero luminiscente MDMO-PPV de acuerdo a la reivindicación 1, donde la solución crómica comprende dicromato de potasio, ácido sulfúrico y agua.
7. Un dispositivo OLED fabricado a partir del polímero luminiscente MDMO-PPV formado a partir de esferas de sílice (SiO_2), con estructura cúbica centrada en las caras (fcc), caracterizado porque comprende un ánodo conformado por una capa delgada de óxido de estaño dopado con Indio, ITO (1), una capa orgánica de MDMO-PPV (3) que se introduce en una capa orgánica conductora y transparente PEDOT:PSS (2), un cátodo (4) formado de material metálico y una monocapa hexagonal compacta de esferas de SiO_2 coloidal (PhC).
8. Un dispositivo OLED fabricado a partir del polímero electroluminiscente MDMO-PPV de acuerdo a la reivindicación 6 donde el ánodo corresponde a un semiconductor degenerado tipo p con una transmitancia mayor a 90% en el rango 335-900 nm.
9. Un dispositivo OLED fabricado a partir del polímero electroluminiscente MDMO-PPV de acuerdo a la reivindicación 6 donde el material que conforma el cátodo (1) es de plata o aluminio.
10. Un dispositivo OLED fabricado a partir del polímero electroluminiscente MDMO-PPV de acuerdo a la reivindicación 6 donde los cristales fotoiónicos PhC bidimensionales forman estructuras ITO/Organico/PhC.

FIGURAS

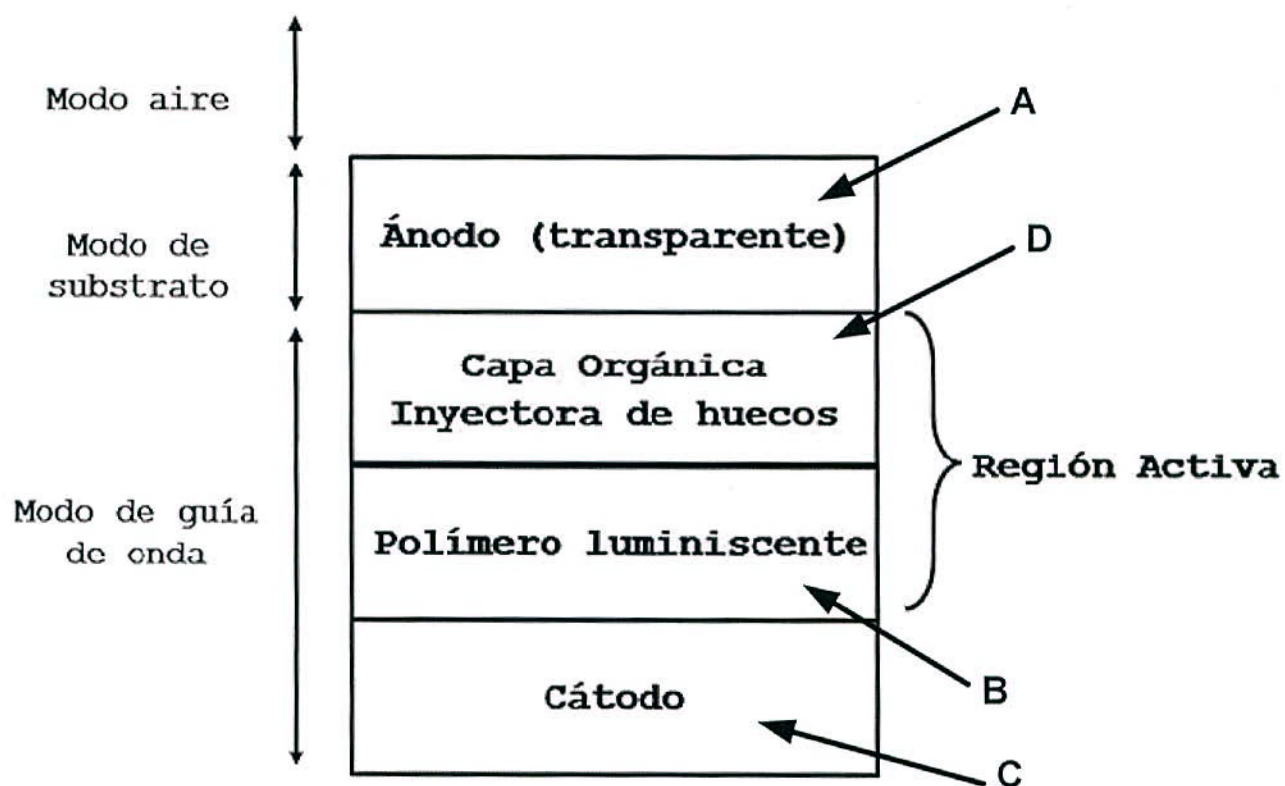


Fig. 1 (Estado del arte)

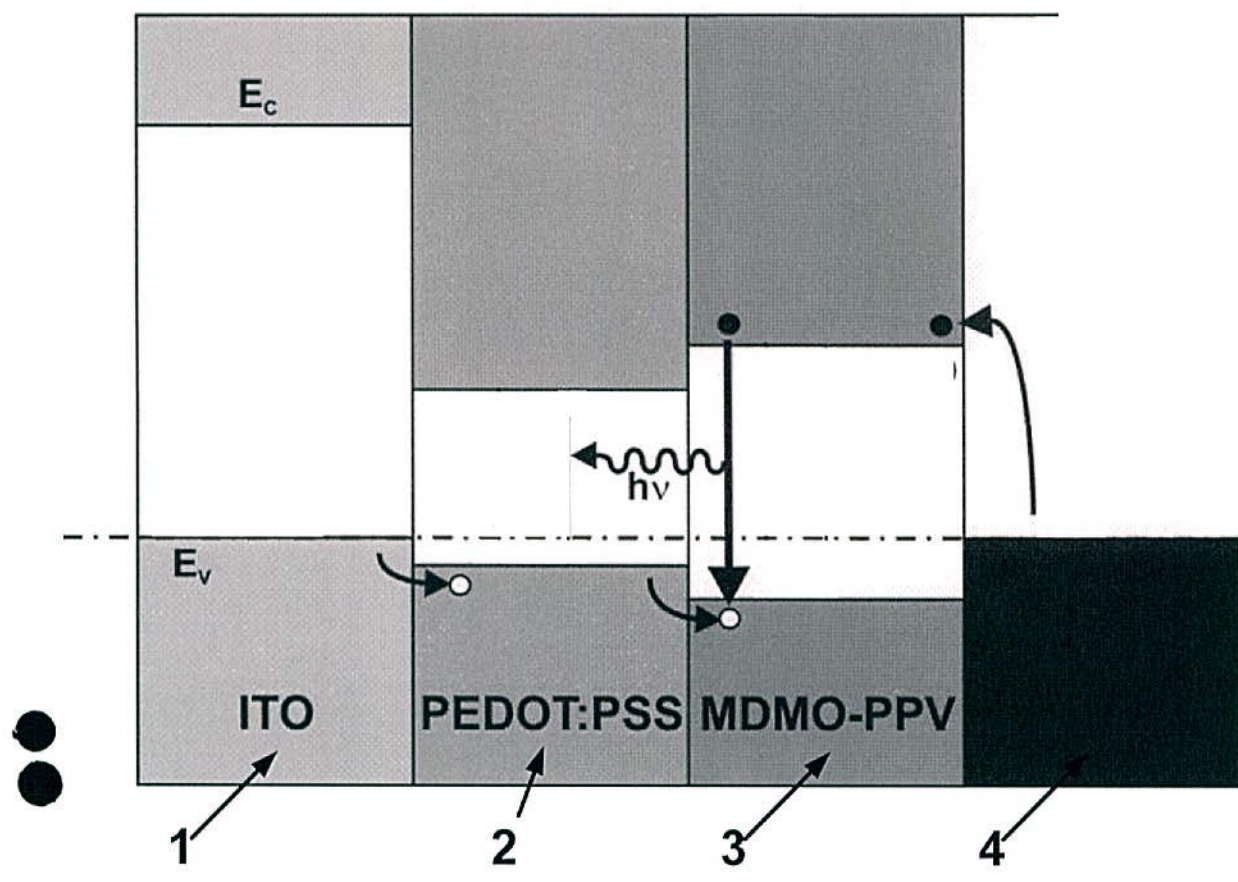


Fig. 2

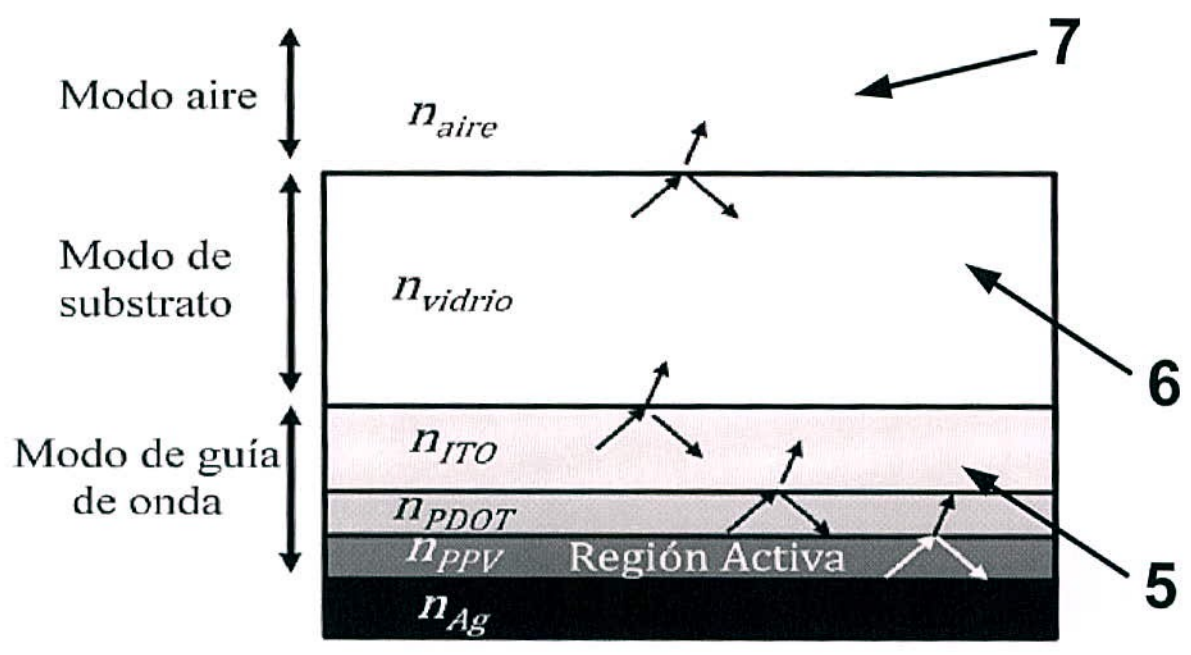


Fig. 3

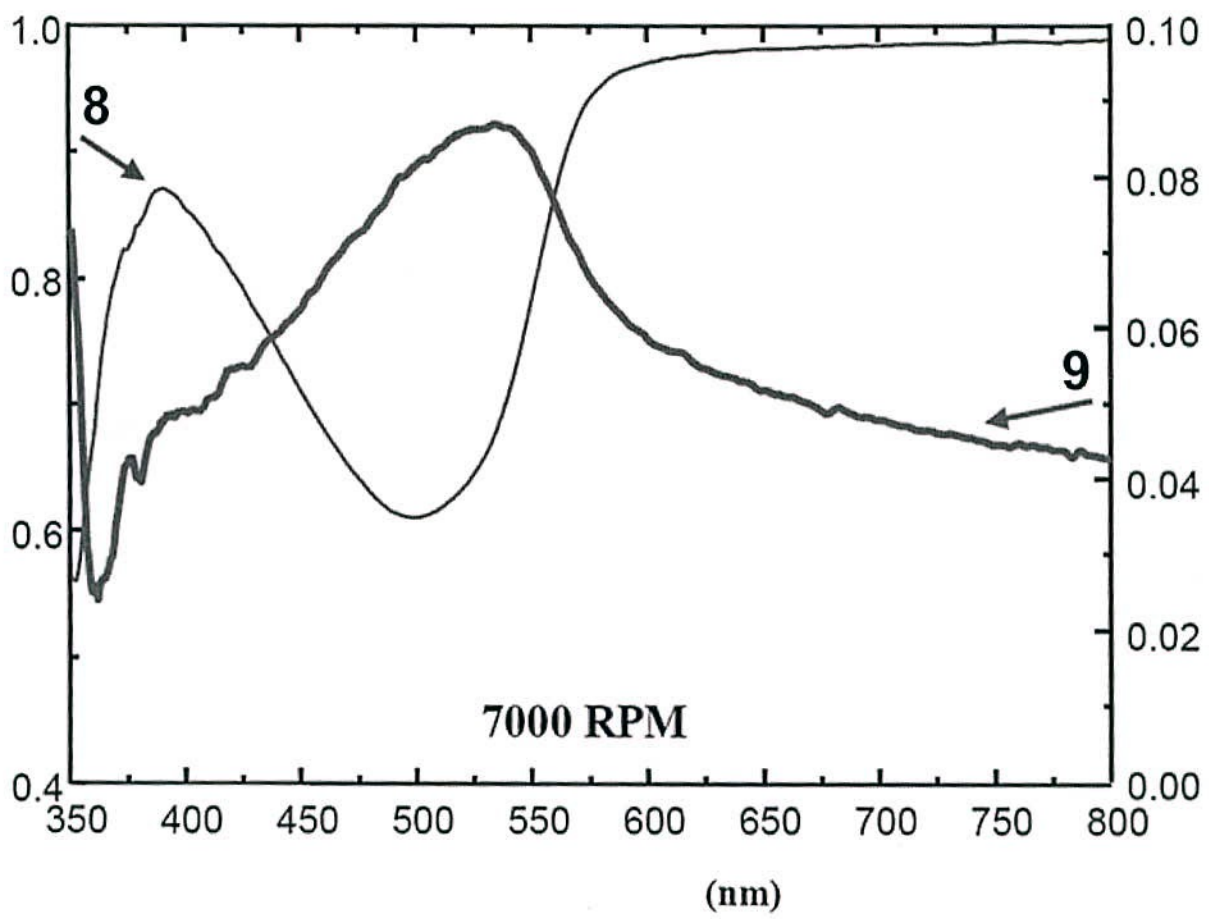


Fig. 4

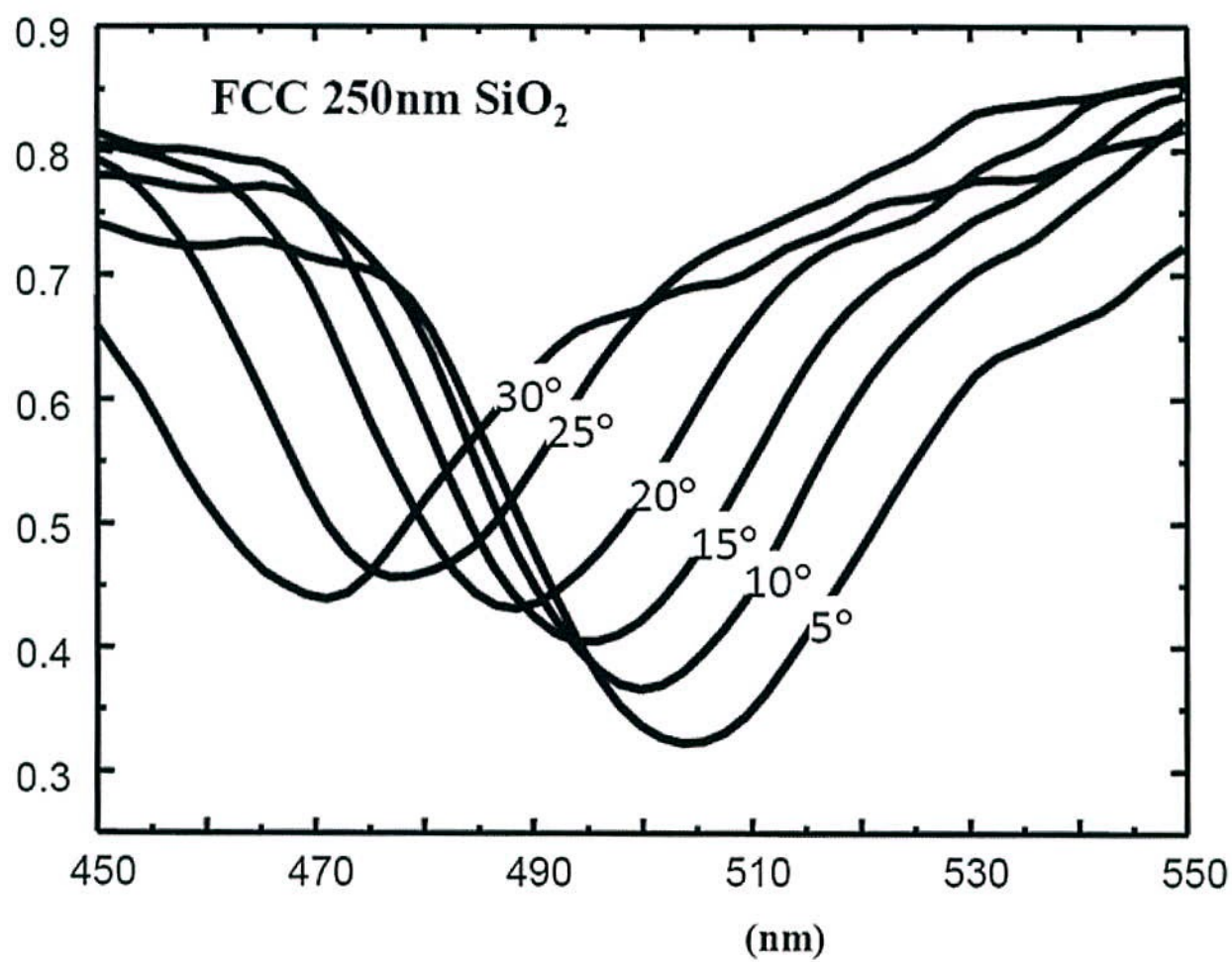


Fig. 5

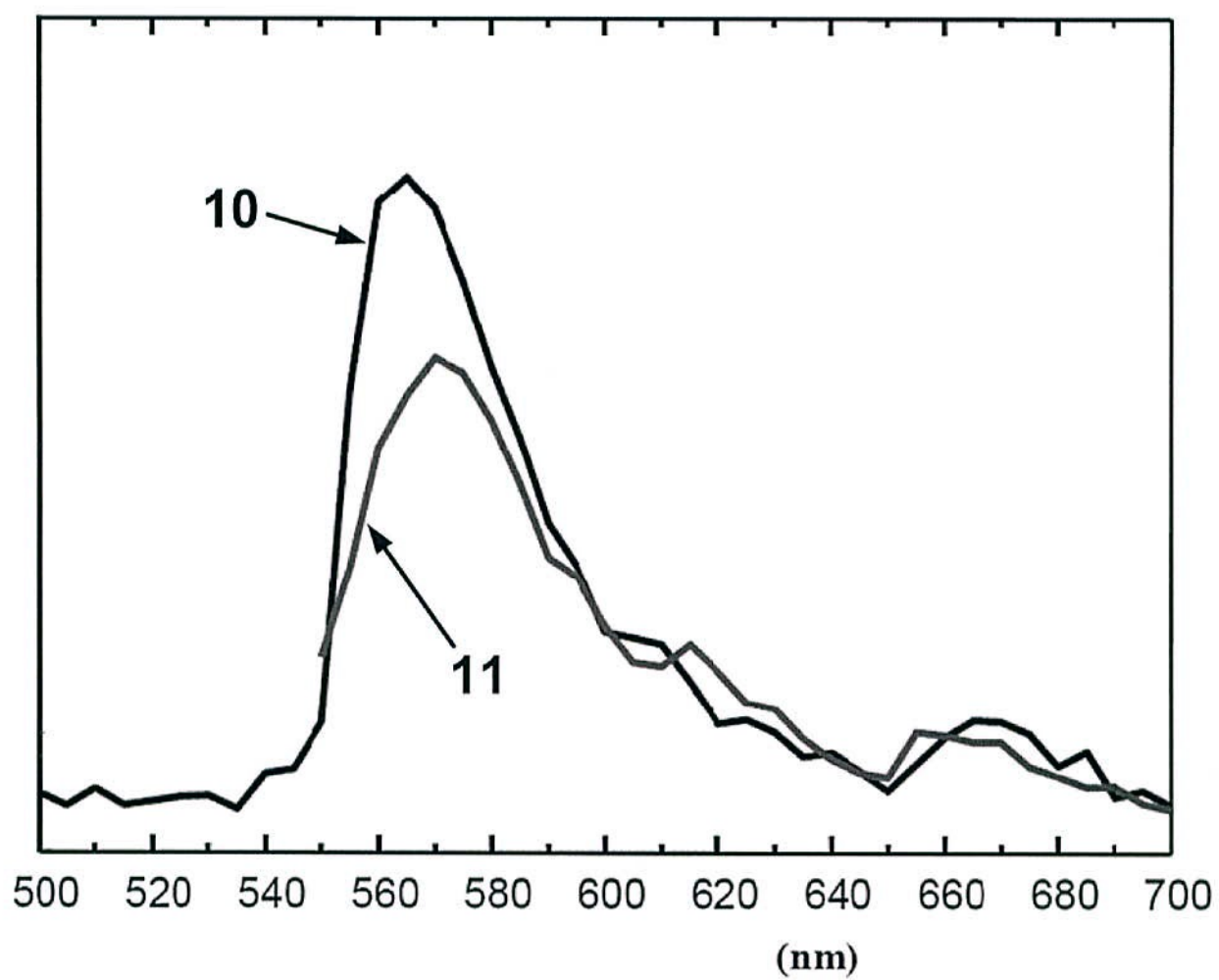


Fig. 6

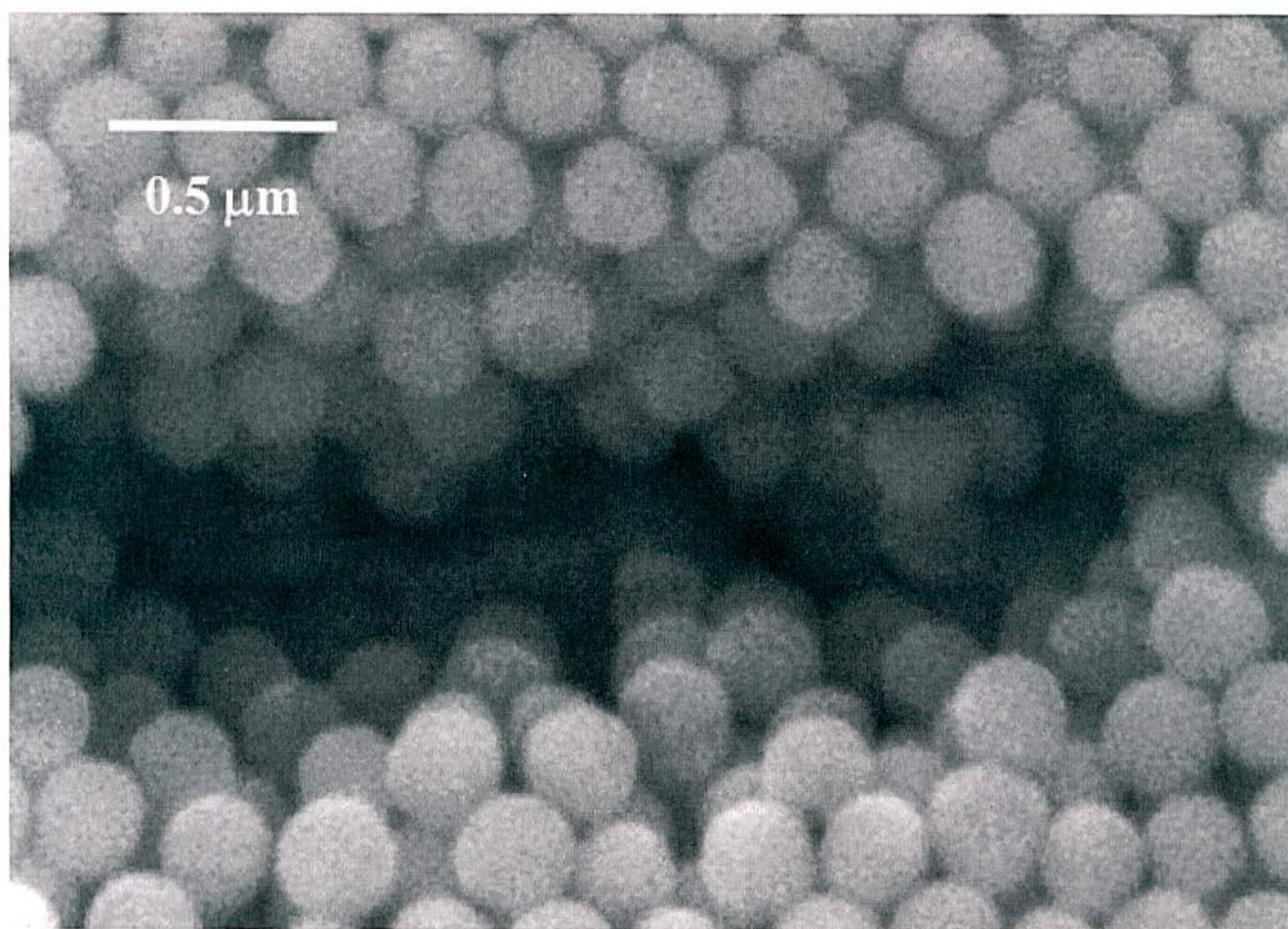


Fig. 7

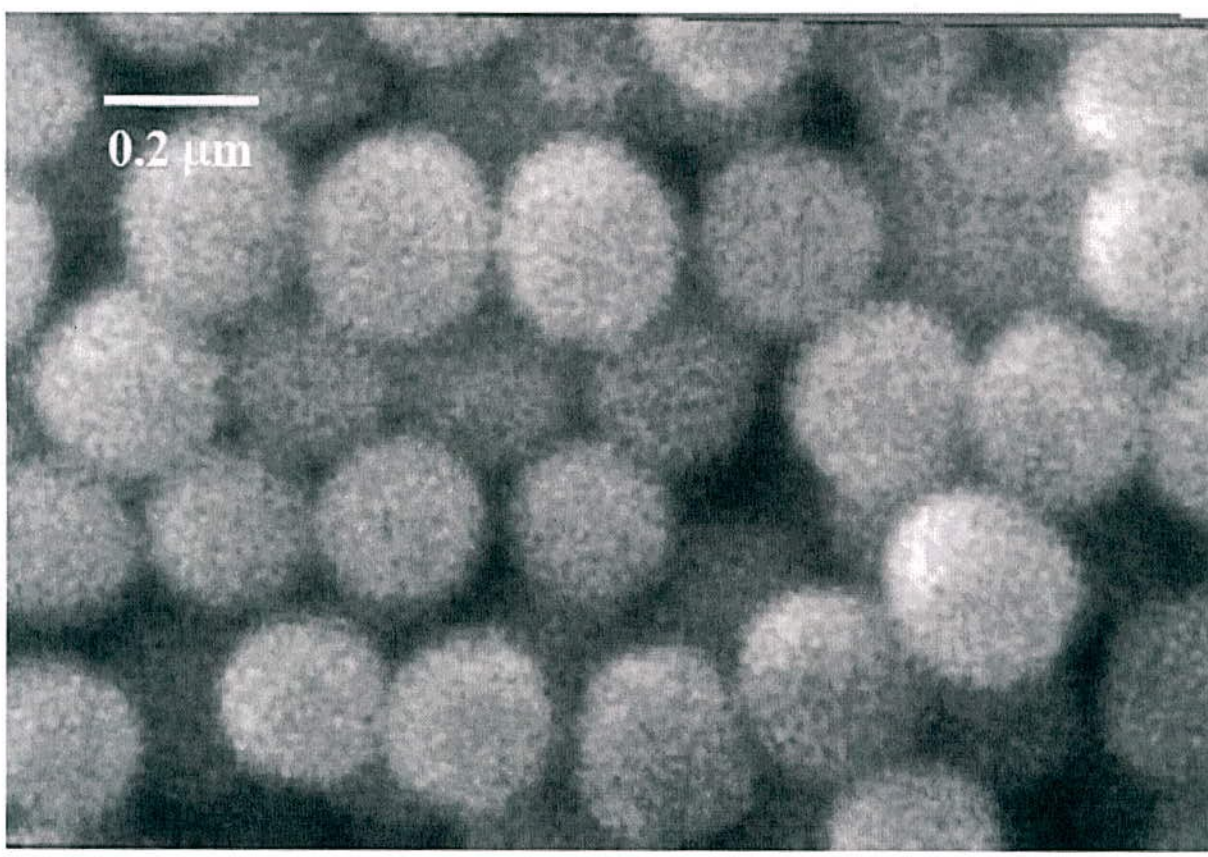


Fig. 8

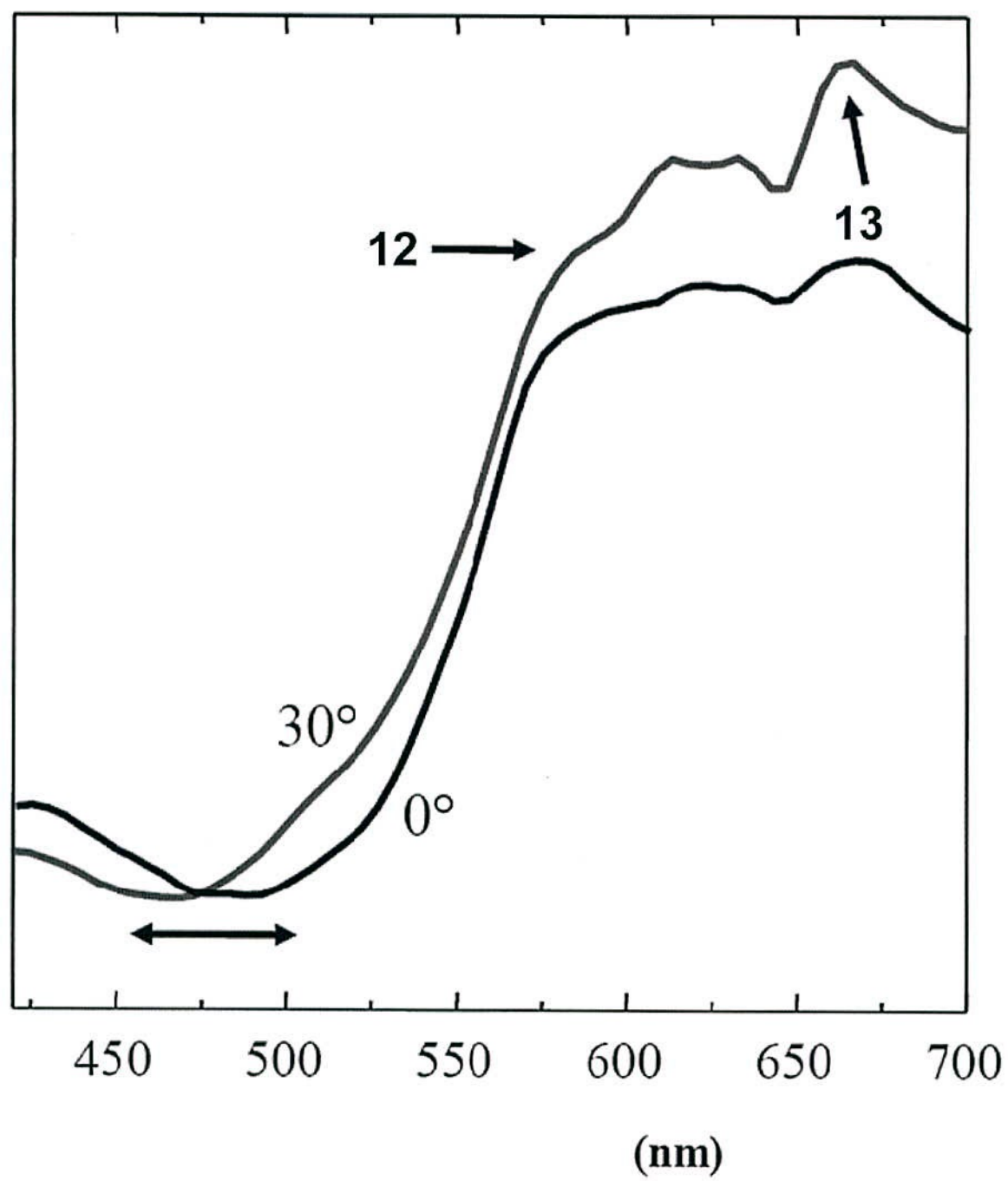


Fig. 9

EL SUBDIRECTOR DE INSPECCION Y VIGILANCIA DEL
VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN
CUMPLIMIENTO DE LAS FUNCIONES ATRIBUIDAS POR EL
DECRETO 5012 DE 2009 Y LA RESOLUCIÓN 7245 DE 2011

RL-0004221-2012

CERTIFICA:

Que el/(la) PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA (Código:1701), con domicilio en BOGOTÁ D.C., es una institución de educación superior, PRIVADA, de utilidad común, sin ánimo de lucro y su carácter académico es el de Universidad, con personería jurídica reconocida mediante RESOLUCION 73 de 12 de Diciembre de 1933 expedido(a) por el/la MINISTERIO DE GOBIERNO..

Que el término de duración de la institución es indefinido. Que la citada institución obtuvo reconocimiento institucional como Universidad mediante Decreto número 1297 del 30 de mayo de 1964, expedido por el Gobierno Nacional. Que mediante Resolución No.1320 del 12 de junio de 2003, expedida por el Ministerio de Educación Nacional le fue otorgada Acreditación Institucional. Que mediante Resolución 8038 del 06 de noviembre de 2008, expedida por el Ministerio de Educación Nacional, le fue ratificada reforma estatutaria.

Que la mencionada institución cuenta con seccional(es) en:

1702 CALI

Que al folio 353 distinguido con el registro 347 del libro de rectores y representantes legales de las instituciones de educación superior aparece inscrito(a) el/(la) PADRE JOAQUIN EMILIO SANCHEZ GARCIA, identificado(a) con cédula de ciudadanía No 4242274 expedida en Santa Rosa de Viterbo (Boyaca) como RECTOR , por un periodo comprendido entre el 1 de Octubre de 2007 y el 30 de Septiembre de 2013, que dicha inscripción se efectuó el 2 de Octubre de 2007 de conformidad con lo dispuesto en el/(la) ACTA FUNDA ., del 15 de Agosto de 2007, expedido(a) por el/(la) Gran Canciller.

Que al folio 353 distinguido con el registro 347 del libro de rectores y representantes legales de las instituciones de educación superior aparece inscrito(a) el/(la) PADRE JOAQUIN EMILIO SANCHEZ GARCIA, identificado(a) con cédula de ciudadanía No 4242274 expedida en Santa Rosa de Viterbo (Boyaca) como REPRESENTANTE LEGAL , por un periodo comprendido entre el 1 de Octubre de 2007 y el 30 de Septiembre de 2013, que dicha inscripción se efectuó el 2 de Octubre de 2007 de conformidad con lo dispuesto en el/(la) ACTA FUNDA 1, del 15 de Agosto de 2007, expedido(a) por el/(la) Gran Canciller.

La información consignada en este certificado corresponde a la última reportada por parte de la institución.

De conformidad con lo establecido por la ley 962 de 2005, los actos de registro aquí certificados quedan en firme cinco (5) días hábiles después de la fecha de inscripción, siempre que no sean objeto del recursos en la vía gubernativa.

El presente documento electrónico tiene validez por cumplir los requisitos de que trata la Ley 527 de 1999, el Decreto Reglamentario 1747 de 2000 y las demás normas que los complementen, modifiquen o reemplacen. Para verificar la autenticidad del presente certificado o ver el documento electrónico, deberá ingresar a www.mineduacion.gov.co, menú de Trámites, opción de Consulta de Certificados e ingresar el número de radicado.

Se expide la presente certificación en Bogotá D.C. a los 8 días del mes de Noviembre de 2012, por solicitud de PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA PONTIFICIA UNIVER.



Calle 43 No. 57-14 Centro Administrativo Nacional, CAN, Bogotá, D.C. Colombia
Teléfono: (057) (1) 222 2800 - Fax (057) (1) 222 4953
www.mineduacion.gov.co

3x

Propietario T=SUBDIRECCION DE INSPECCION Y VIGILANCIA, SN=PLATA PLATA, STREET=CALLE 43 NO. 57 14 CAN, S=BOGOTA D.C., OU=MINISTERIO DE EDUCACION, SERIALNUMBER=204818, OID.1.3.6.1.4.1.23267.2.3=8999990017, OID.1.3.6.1.4.1.23267.2.2=91298420, OID.1.3.6.1.4.1.23267.2.1=52, O=MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, L=BOGOTA D.C., G=JUAN, E=JPLATA@MINEDUCACION.GOV.CO, C=CO, CN=JUAN GUILLERMO PLATA PLATA

Fecha Firma 2012-11-08T16:13:27.413 Emisor CN=AC Subordinada Certicámara S.A., O=Sociedad Cameral de Certificación Digital - Certicámara S.A., C=CO



Calle 43 No. 57-14 Centro Administrativo Nacional, CAN, Bogotá, D.C. Colombia
Conmutador: (057) (1) 222 2800 - Fax (057) (1) 222 4953
www.mineduccion.gov.co

Señor Director

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Yo, **JOAQUÍN EMILIO SÁNCHEZ GARCÍA, S.J.**, identificado con cédula de ciudadanía número 4.242.274 de Santa Rosa de Viterbo (Boyacá), Representante Legal de la **PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**, domiciliada en Bogotá D.C., confiero poder a los doctores **LUZ CLEMENCIA DE PÁEZ**, T.P.A. No. 23.555, identificada con cédula de ciudadanía número 35.456.344 de Usaquén, **JORGE CHAVARRO ARISTIZABAL**, T.P.A. No. 40.119, identificado con cédula de ciudadanía número 16.209.380 de Cartago (Valle), **OSCAR FERNANDO CORREA BARBOSA**, T.P.A. No. 71.027 identificado con cédula de ciudadanía número 79.524.634 de Bogotá, **EDNA DARMELY SARMIENTO CHARRY**, T.P.A. 65.794 identificada con cédula de ciudadanía número 52.006.265 de Bogotá, para solicitar y obtener Patente de Invención para **MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE UNA PELÍCULA DELGADA FORMADA POR UN CRISTAL COLOIDAL INFILTRADO CON EL POLÍMERO LUMINISCENTE MDMO-PPV FORMADO A PARTIR DE ESFERAS DE SÍLICE (SiO₂), CON ESTRUCTURA CÚBICA CENTRADA EN LAS CARAS (FCC)**.

Los apoderados quedan facultados para interponer recursos, transigir, conciliar, desistir, cancelar, recibir, renunciar, sustituir y revocar las sustituciones, y ratificar los actos de agentes oficiosos.

Señor Director,

JOAQUÍN EMILIO SÁNCHEZ GARCÍA, S.J.
C.C. No. 4.242.274 de Santa Rosa de Viterbo
Representante Legal



**PRESENTACIÓN PERSONAL Y
RECONOCIMIENTO DE CONTENIDO,
FIRMA Y HUELLA**

El Notario Treinta y Ocho (38) del Círculo de Bogotá, D.C. da fe que el anterior escrito, fué presentado personalmente por:

SANCHEZ GARCIA JOAQUIN EMILIO

quien exhibió la: **C.C. 4242274**
y Tarjeta Profesional No.

y manifestó que la firma y huella que aparecen en el presente documento son suyas, y que acepta el contenido del mismo.

(Art. 68 Dec. 960/70 concordante con
Art 4 Dec. 1681/96)

Bogotá D.C. 13/12/2013

ybybb7yg6gbbtg6

RODOLFO REY BERMUDEZ
NOTARIO 38 (E) DE BOGOTÁ, D.C.

NOTARIA

38

A2

Verifique en
www.notariaenlinea.com

W9TEOS8VQSS2R5U



TAF cred
Jawenang

CESION DE DERECHOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

El suscrito **Dr. JUAN CARLOS SALCEDO REYES**, mayor de edad, identificado como aparece al pie de mi firma, domiciliado en Bogotá, Colombia, declaro bajo juramento ser inventor de la invención: **"MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE UNA PELÍCULA DELGADA FORMADA POR UN CRISTAL COLOIDAL INFILTRADO CON EL POLÍMERO LUMINISCENTE MDMO-PPV FORMADO A PARTIR DE ESFERAS DE SÍLICE (SIO₂), CON ESTRUCTURA CÚBICA CENTRADA EN LAS CARAS (FCC)"**, y declaro así mismo que cedo y transfiero, sin limitación alguna, a favor de la **PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**, constituida y existente de conformidad con las leyes de la República de Colombia y domiciliada en la Carrera 7a. No. 40-90, Bogotá, Colombia, NIT. 860013720-1, todos los derechos inherentes a dicha invención y que la citada Universidad queda facultada para solicitar en su nombre la patente de invención correspondiente en Colombia.

El presente documento se suscribe para ser presentado por la **PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**, en el trámite de la solicitud de patente ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

Dado y firmado hoy 13/12/13 en Bogotá, D.C.

Juan Carlos Salcedo Reyes

C.C. N° 79.497.443

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0013873

Bogotá D.C., Febrero 06 de 2014 - 11:42:50

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS

NI 860.041.367

RE

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
RECIBO DE CA	999999999	13533	06/02/2014		21.000.00
RECIBO DE CA	999999999	13645	06/02/2014		106.000.00
RECIBO DE CA	999999999	13668	06/02/2014		128.000.00
RECIBO DE CA	999999999	13672	06/02/2014		1.000.00
RECIBO DE CA	999999999	13673	06/02/2014		1.000.00
RECIBO DE CA	999999999	13674	06/02/2014		1.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO

1 50005-01-01 SOLICITUDES

CONCEPTO

2247 DTO 25% TRAMITES DE SOL. DE
PATENTE DE INVENCIÓN

Vr.UNDITARIO

257.500.00

Vr.CONCEPTO

257.500.00

\$257.500.00

=====

SON: **DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-025971-00000-0000

Fecha 2014-02-07 12:37:23 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra 2 PATENTES Eve 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios 42

colo-19032-801-004-5

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Febrero 6 de 2014 - 11:42:51

41

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION	
(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl:	H01L 051/050, H01L 051/052
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s)	PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) País
		(72) Inventor(es)	JUAN CARLOS SALCEDO REYES
		(74) Apoderado:	LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
(54) Título: MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE UNA PELÍCULA DELGADA FORMADA POR UN CRISTAL COLOIDAL INFILTRADO CON EL POLÍMERO LUMINISCENTE MDMO-PPV FORMADO A PARTIR DE ESFERAS DE SÍLICE (SiO ₂), CON ESTRUCTURA CÚBICA CENTRADA EN LAS CARAS (FCC)			

Resumen:

La presente invención consiste en un método para la fabricación de películas delgadas formadas por esferas de SiO₂ de 250 nm de diámetro empaquetadas en estructura cúbica simple e infiltradas con el polímero orgánico luminiscente Poli[2-metoxi-5-(3',7'-dimetiloctiloxi)-1,4-fenileno-vinileno] (MDMO-PPV). La película delgada se puede depositar sobre un sustrato de cal de soda o de óxido de indio dopado con estaño (ITO). El método de fabricación incluye la síntesis de una solución coloidal, en las proporciones adecuadas, de esferas de SiO₂ y un solvente orgánico de alta viscosidad y su posterior tratamiento por medio del método de centrifugado (spin coating). El método planteado permite obtener películas de grosor controlable y con buena calidad estructural que pueden ser acoplados fácilmente como región activa en la estructura de un diodo emisor de luz orgánico en el que, gracias a la película que se plantea en la presente invención, se mejora considerablemente la extracción de luz producida por la región activa.

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐	Indicación que se solicita una PCT
☐	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

PI02-F08 (2009-11-18)

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-025971-00000-0000

Fecha: 2014-02-07 12:37:23 Dep: 2020 DIR.NUEVASOR
1ra 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 42