

Qué es un Dispositivo Electroluminiscente

La *Electroluminiscencia* es la emisión de luz por parte de un material cuando es sometido a la aplicación de un voltaje.

La estructura básica de un Dispositivo Electroluminiscente, OLED (diodo orgánico emisor de luz), consiste en una o más capas orgánicas semiconductoras situadas entre dos electrodos. Estos materiales orgánicos pueden ser, o bien polímeros, o bien moléculas de pequeño tamaño. Por otro lado, el electrodo negativo, cátodo, está constituido por un metal o aleación de metales, mientras que el ánodo o electrodo positivo es un conductor ópticamente transparente, de forma que la luz generada por el dispositivo pueda detectarse a través de su superficie.

Mecanismo de funcionamiento de un OLED

Supóngase un dispositivo formado por una sola película situada entre ánodo y cátodo (electrodo inyector de cargas positivas y negativas, respectivamente, Figura 1). Cuando se aplica un campo eléctrico externo al dispositivo, el cátodo inyecta electrones a la película orgánica, mientras que de forma simultánea, el ánodo extrae electrones, o lo que es lo mismo, "inyecta cargas positivas" a la película. Cuando en el interior de esta película orgánica un electrón y una carga positiva se encuentran, pueden recombinarse para formar un *excitón*, el cual puede "desactivarse" de forma radiativa, emitiendo un fotón. La energía que posea el fotón generado será la responsable del color de la luz emitida, que se detecta a través del electrodo ánodo.

Para que el fenómeno anterior pueda producirse, es necesario que el material orgánico que forma esa película sea fluorescente o fosforescente. Otra condición indispensable, es que las energías relativas de ese compuesto respecto a la energía de ambos electrodos sean favorables, ya que en caso negativo, estos electrodos no serían capaces de introducir o quitar electrones a la película.

Un dispositivo de una sola película entre dos electrodos es el caso más sencillo que podemos encontrar. Sin embargo, a menudo las energías relativas antes mencionadas no son muy favorables, y es necesario "ayudar" a los electrodos para que la inyección de cargas sea efectiva. Con este fin, se sitúan otras películas orgánicas que separan físicamente los electrodos de la película emisora, y que gracias a las energías de los materiales que las forman, la inyección de cargas es más fácil.

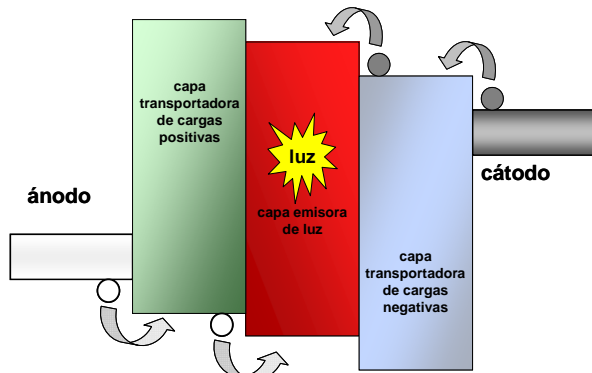


Figura 1

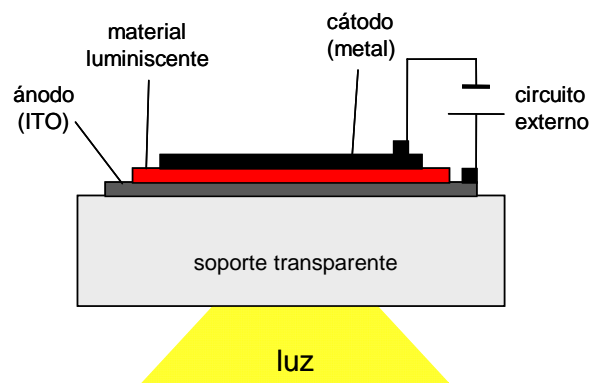


Figura 2

Fabricación de un OLED

La Figura 2 muestra un corte transversal en la estructura de un OLED. Como puede observarse, estos dispositivos poseen una configuración tipo “sandwich”, y su fabricación es de forma secuencial. El ánodo ITO consiste en un soporte transparente de vidrio o un polímero flexible (plástico), sobre el que se deposita una mezcla de óxidos de indio y estaño que forman una capa conductora. Estos electrodos pueden prepararse mediante técnicas de evaporación a vacío, aunque también pueden encontrarse comercializados en el mercado. 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. Entre otras técnicas, destacan la evaporación a vacío del material, el recubrimiento del soporte por rotación a alta velocidad o *spin-coating*, etc. Además, existen otras técnicas de deposición mucho más precisas, que permiten controlar la estructura y organización interna de las moléculas en la capa: técnica de Langmuir-Blodgett y autoensamblaje.

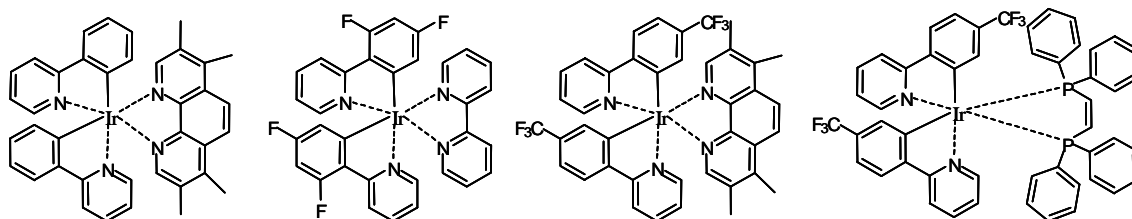
Finalmente, y una vez que todas las películas han sido depositadas, el dispositivo se cierra con el cátodo, que está constituido por un metal o aleación de metales de baja función de trabajo (aluminio, calcio, litio-aluminio, magnesio-plata...), y que se deposita mediante técnicas de evaporación a vacío.

Material Orgánico Empleado: Complejos de Iridio

El uso de materiales orgánicos en dispositivos emisores de luz es sin duda fascinante, debido a su amplia variedad y relativa facilidad en el control de su composición modificando químicamente sus propiedades. Si bien son muchas las estrategias orientadas a encontrar las condiciones óptimas de funcionamiento de estos dispositivos, se ha demostrado que el control de la organización de los sistemas moleculares implicados juega un papel clave. En particular, el control sobre la pi-agregación de moléculas orgánicas de interés en sistemas electroluminiscentes puede mejorar la efectividad y longevidad de dichos dispositivos.

La necesidad de nuevos dispositivos que presenten altas eficiencias, mayor brillo y tiempos de vida más largos ha introducido la utilización de colorantes fosforescentes, del tipo complejos de Ir(III), Pt(II), Os(II), Re(II) o Ru(II). En estos, los estados singletes y tripletes experimentan un fuerte acoplamiento, lo que permite la emisión desde el estado triplete.

Los complejos de Iridio han resultado estar, hasta la fecha, entre los materiales fosforescentes más eficientes y versátiles. Estos muestran una alta eficiencia debido al pequeño tiempo de vida media del estado triplete, lo que reduce la aniquilación triplete-triplete. En esta línea de investigación, se está realizando el estudio de las propiedades fotofísicas de diversos complejos monocatiónicos de Iridio de nueva síntesis (Estructuras en esquema adjunto), tanto en disolución como organizados en películas delgadas, y su aplicación en el diseño de Dispositivos Electroluminiscentes de la disolución y posterior evaporación del disolvente). Estos complejos han sido suministrados por el grupo del Dr. Hendrik Jan Bolink del Instituto de Ciencia Molecular de la Universidad de Valencia



La formación de películas ultrafinas en la interfase modelo aire-agua ha resultado ser una herramienta de gran utilidad, ya que permite controlar la organización y agregación molecular en dichas películas. La subsiguiente transferencia de dichas películas orgánicas delgadas mediante la técnica LB, a soportes sólidos, ofrece la posibilidad de fabricar un ensamblaje organizado con un espesor controlado en dimensiones moleculares y con una orientación molecular bien definida, así como la preparación de hetero-estructuras mediante la deposición sucesiva de monocapas diferentes, lo que permite controlar la distancia entre grupos. El éxito en la preparación de películas LB estables y homogéneas condiciona enormemente su uso como posibles capas emisoras en dispositivos electroluminiscentes, así como la eficiencia alcanzada.

INSTRUMENTACIÓN DISPONIBLE

A. Recubrimiento de superficies

Evaporación térmica a vacío

La evaporación térmica permite realizar recubrimientos sobre soportes sólidos de una gran variedad de metales, como por ejemplo oro, plata, aluminio, etc. Para ello disponemos de un evaporador de la casa comercial Edwards (Figura 3). Además, este equipo permite también depositar capas delgadas de compuestos orgánicos. De forma simultánea a la evaporación, el espesor de la película que va depositándose se controla con un medidor de espesores acoplado al evaporador.



Figura 3. Evaporador térmico a vacío

Deposición de películas mediante rotación del soporte

Mediante la rotación de un soporte plano a alta velocidad, pueden depositarse películas muy homogéneas y de espesor uniforme, partiendo del material en disolución. Para ello, empleamos un instrumento llamado *spin-coater* de la casa comercial Chemat Technologies, el cual se muestra en la Figura adjunta.



Figura 4. Equipo para preparar películas por rotación

Técnica de Langmuir-Blodgett

La técnica de Langmuir-Blodgett (LB) permite depositar sobre soportes sólidos, películas ultrafinas de hasta una molécula de espesor. Mediante esta técnica pueden transferirse compuestos que previamente puedan ser retenidos en la interfase aire-agua. Además, pueden transferirse secuencialmente sobre el mismo soporte películas de diferente naturaleza. Este tipo de recubrimiento se lleva a cabo en una balanza de Langmuir, como la que se muestra en la Figura 3. Actualmente, disponemos de cuatro balanzas de las casas comerciales Nima y Lauda.



Figura 5. Balanza de Langmuir, para la deposición de películas ultrafinas

B. Caracterización de películas delgadas y superficies

Potenciostato y medidor de luz

Contamos con un potenciostato de dos electrodos programable de la casa Keithley. Asimismo, disponemos de un medidor de potencia óptica calibrado de la casa Newport, capaz de registrar (en vatios) la luz emitida por un cuerpo radiante en todas las direcciones, ya que el detector de luz está acoplado a una esfera integrada. Estos tres componentes se muestran en la siguiente Figura, y los empleamos de forma conjunta y simultánea para la caracterización de Dispositivos Electroluminiscentes (ver Informe Científico adjunto).

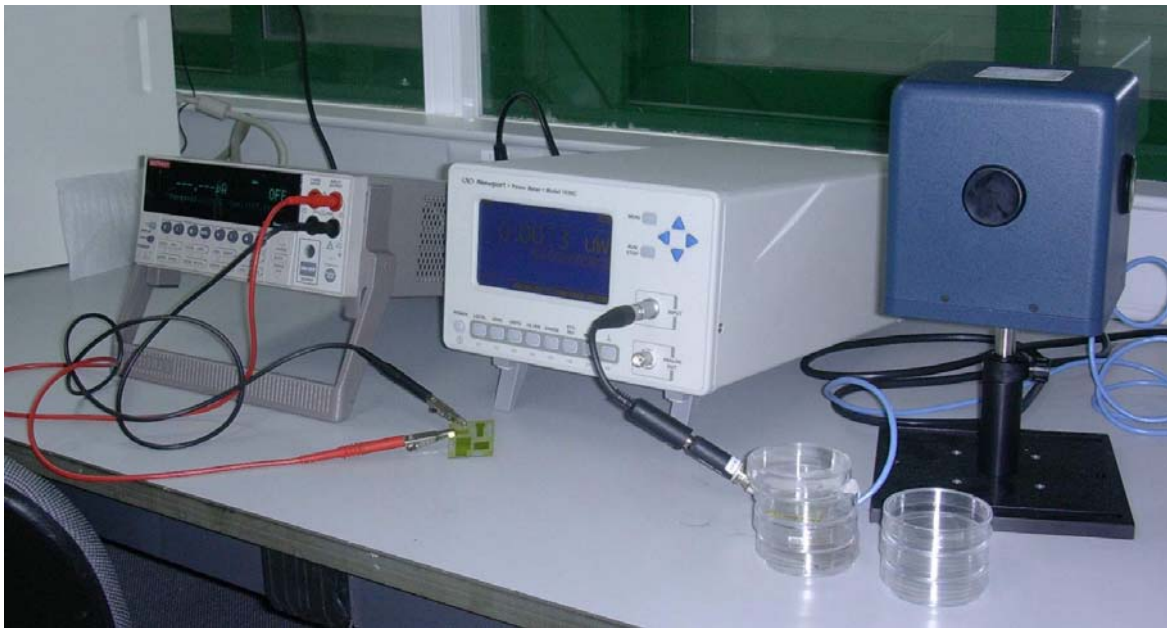


Figura 6. Potenciostato y medidor de potencia óptica

Microscopio de ángulo Brewster (BAM) y elipsómetro de imagen

La microscopía de ángulo Brewster permite la visualización directa de películas delgadas, tanto en la interfase aire-agua como cuando se encuentran recubriendo otras superficies, lo que permite evaluar la homogeneidad y posibles defectos morfológicos. Por otro lado, la Elipsometría de Imagen permite la medida del espesor de una película en diferentes regiones.

El microscopio de ángulo Brewster (BAM) y el elipsómetro están acoplados, denominándose al equipo Elipsómetro de Imagen (ver Figura 5).

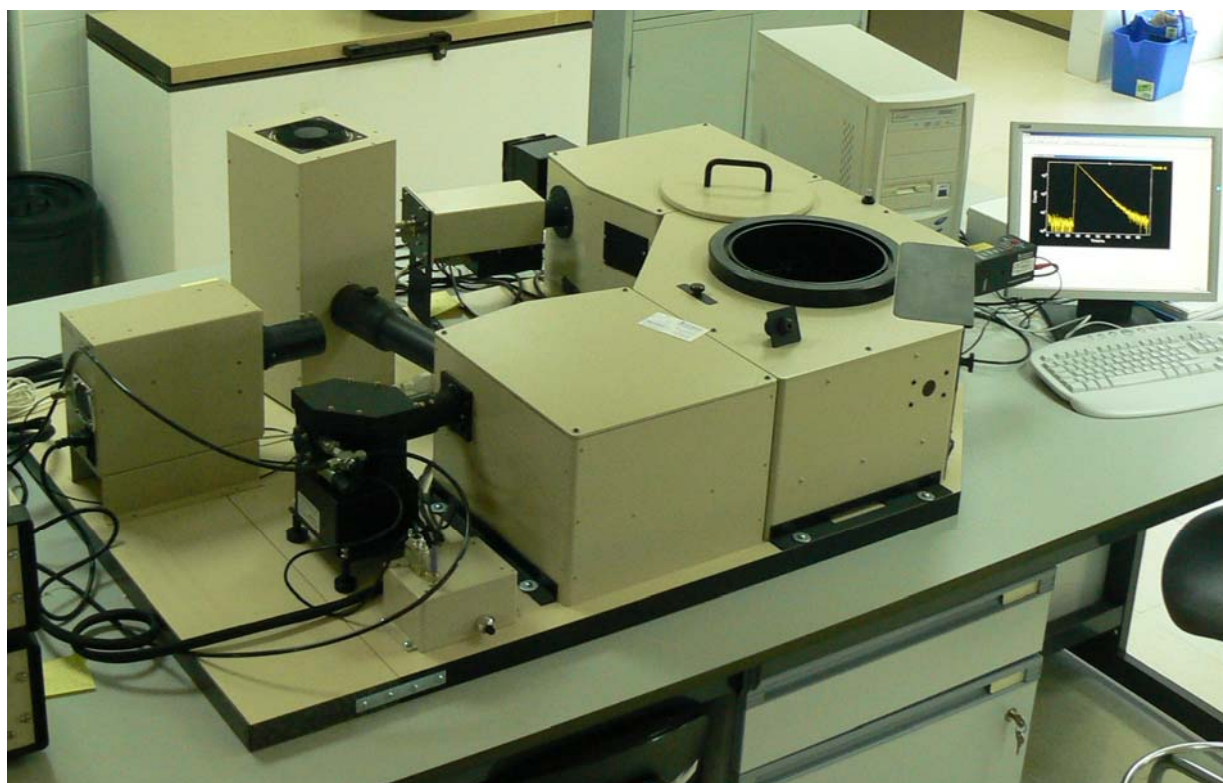


Figura 7. Elipsómetro de imagen y BAM

Además de los equipos descritos con anterioridad, nuestro laboratorio está equipado con instrumentación muy diversa para la caracterización de recubrimientos y superficies, de cuya información disponemos por si fuera de su interés.

Espectroscopia de Fluorescencia resuelta en el tiempo

Mediante este sistema pueden obtenerse los espectros de emisión en estado estacionario así como los resueltos en el tiempo. El sistema permite trabajar en tres escalas de tiempo diferentes, milisegundos (fosforescencia), nanosegundos (lámpara flash de nanosegundos) y picosegundos (lasers pulsados de picosegundos). El sistema permite analizar los estados excitados moleculares y la evolución y cinética de desactivación de estos. Es aparato es una versión del modelo FLS920 de Edinburgh Instruments.



Espectroscopia de fluorescencia resuelta en el tiempo