



Automatización de un sistema rocío pirolítico ultrasónico para la deposición de películas ultra-delgadas de HfO_2 impurificadas con tierra raras

Iván E. Martínez Merlín, José Guzmán Mendoza

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional,
Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

Resumen

Se realizarán películas ultra-delgadas de óxido de hafnio impurificadas con tierras raras por medio del método de deposición de rocío pirolítico ultrasónico; se automatizó éste sistema con la finalidad de tener un mejor control en las variables que intervienen en la deposición de las películas; se estudiarán sus propiedades (caracterización) tales como morfología, rugosidad, composición química, estructura cristalina y fotoluminiscencia utilizando: microscopía de fuerza atómica, espectroscopía por dispersión de energía, difracción de rayos x de ángulo pequeño y espectroscopía foto-luminiscente.

Introducción

La investigación en el campo de materiales luminiscentes proporciona mejores características en las aplicaciones que estos tienen, una de estas aplicaciones es como materia prima para la construcción de pantallas de plasma y pantallas de campo de emisión (FED) por sus siglas en inglés. La deposición y caracterización del óxido de hafnio impurificado según sus características pretende ser una nueva alternativa para pantallas en las que se requiera un material luminiscente.

Se reportaran los resultados obtenidos en la fabricación y caracterización de películas ultra-delgadas de óxido de hafnio impurificado con tierras raras. Para crear las películas se usará el método de rocío pirolítico ultrasónico utilizado acetilacetatos como precursores para obtener óxido de hafnio impurificado. Las técnicas de caracterización a emplear son: microscopía de fuerza atómica, espectroscopía por dispersión de energía de rayos x, difracción de rayos x de ángulo pequeño y espectroscopía foto-luminiscente, con las cuales se conocerán la morfología, rugosidad, estructura cristalina, composición química y la propiedades luminiscentes.

Debido a las características deseadas en las películas que se sintetizarán, se automatizó el sistema de rocío pirolítico ultrasónico para obtener un mejor control en las variables que intervienen en el sistema.

Procedimiento Experimental

Rocío pirolítico ultrasónico:

Se crearán películas ultra-delgadas de óxido de hafnio (de 30 a 50 nm) a través de este método el cual consiste en crear pequeñas gotas (spray) de una solución precursora

almacenada en un tanque por medio de un piezo-eléctrico ultrasónico, estas partículas son transportadas por un gas de arrastre, el cual no debe de reaccionar con la solución precursora, son depositadas en un sustrato el cual es calentado a diferentes temperaturas comprendidas en un rango de 300 a 600 °C. Los compuestos precursores serán acetyl-acetonato de hafnio y cloruros de tierras raras, los cuales se depositarán en la película formando óxido de hafnio impurificado con tierras raras.

Automatización:

Se incorporó un sistema de barrido a través de una mesa xy la cual moverá la boquilla encargada de la deposición de la película sobre el sustrato, esto proporcionará una mayor uniformidad en la deposición de la película, con lo cual se busca obtener una morfología más plana de dichas películas.

Se incluyó un sistema de control el cual consiste en la manipulación de las variables a considerar en el sistema de rocío pirolítico, dichas variables son: barrido de la boquilla de depósito, temperatura del sustrato y apertura y cierre del gas de arrastre, apertura y cierre del llenado de solución precursora.

En una muestra preliminar hecha en un sistema convencional de rocío pirolítico ultrasónico se obtuvieron resultados en su caracterización que muestran algunos valores importantes los cuales serán tomados como referencia para los depósitos que se realizarán posteriormente en el sistema automatizado, los resultados son los siguientes.

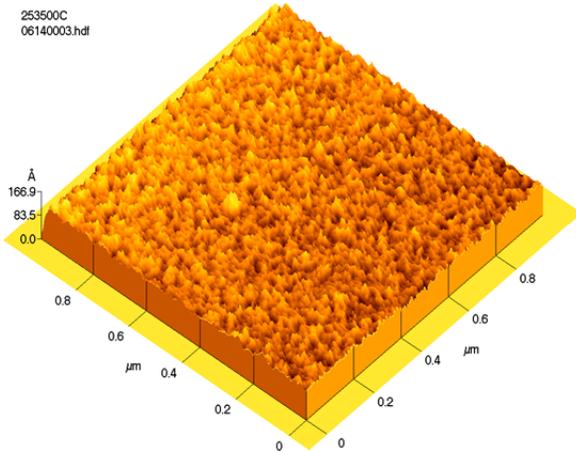
Los parámetros utilizados en el depósito de la muestra fueron: concentración de 0.05M, 5 mm de distancia de la boquilla al sustrato, temperatura de 500°C del sustrato, tiempo de depósito de 1 minuto, se utilizó cloruro de dispropio como impurificante y se utilizó sustrato de silicio monocristalino.

Se utilizó microscopía de fuerza atómica para conocer la morfología y rugosidad de la muestra, obteniendo una rugosidad general de 7.55 A, una rugosidad RMS de 8.39 A.

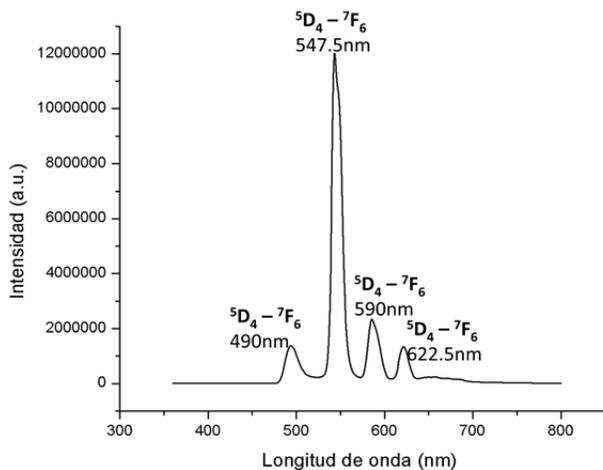
A continuación se muestra la morfología obtenida:



Memorias en extenso



Se utilizó un espectrofluorímetro para conocer la respuesta luminiscente de la película impurificada, la muestra fue excitada con una longitud de onda de 243nm, obteniendo una emisión predominante en 547.5nm (color verde), como se muestra en la gráfica siguiente:



Se obtuvieron así los parámetros que se utilizarán en los depósitos de películas ultradelgadas de óxido de Hafnio impurificado con tierras raras, utilizando un sistema automatizado de rocío pirolítico ultrasónico:

Las concentraciones que se utilizarán son: 0.01M, 0.02M, 0.05M, 0.08M y 0.1M.

La distancia de la boquilla al sustrato será de 5mm.

Las temperaturas que se utilizarán variarán de 300°C a 600°C, en intervalos de 50 °C.

Los tiempos de depósito variarán de 1 a 5 minutos, en intervalos de un minuto.

Se caracterizarán dichas películas usando microscopía de fuerza atómica para conocer la rugosidad y morfología del material; la composición química se conocerá por medio del método de dispersión de energía de rayos x; para conocer su estructura cristalina se usará la espectroscopia de difracción de rayos x de ángulo pequeño y por último se estudiarán sus propiedades luminiscentes por medio de espectroscopia foto-luminiscente.

Conclusiones

Se estudiarán las características obtenidas en la fabricación de películas ultra-delgadas, así como las mejores condiciones para la creación de dichas películas, esperando obtener un material con características físicas, químicas y luminiscentes óptimas para su posible uso en pantallas de plasma y pantallas con campo de emisión.

Referencias

- [1] Surface and thin film analysis principles, instrumentation, applications; Ed. WILEY-VCH Edited by H. Bubert & H. Jenett
- [2] Handbook of thin-film deposition processes and techniques, Principles, Methods, Equipment and Applications. Second edition Edited by Bykrishna Seshan
- [3] Luminescence From Theory to Applications Edited by Cees Ronda
- [4] <http://www.uclm.es/profesorado/afantinolo/Docencia/Avanzada/qavanzada.htm>