



## Síntesis y caracterización de películas delgadas de SnO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>:F y SnO<sub>2</sub>:Sb depositadas por RPU

Roberto Vázquez Arreguín<sup>1</sup>, Miguel Ángel Aguilar Frutis<sup>1</sup>, José Guzmán Mendoza<sup>1</sup>, Ciro Falcony Guajardo<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Apdo. Postal 14-740, 07000, México, D.F., México.

### Resumen

Películas delgadas de óxido de estaño (SnO<sub>2</sub>), fueron depositadas mediante la técnica de RPU. Las películas se prepararon empleando [(C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>SnCl<sub>2</sub>], como material fuente, y N, N-DMF como solvente, y SbCl<sub>3</sub> y NFH<sub>4</sub> como dopantes. Las películas se depositaron sobre substratos de vidrio a temperaturas de 400 a 550 °C. El efecto de la adición de agua en paralelo durante el depósito fue estudiado en relación con las propiedades de las películas. Las películas obtenidas tienen una calidad óptica, estructural y eléctrica comparable a la que se obtiene usando otros métodos de depósito y otros materiales fuente.

### Introducción

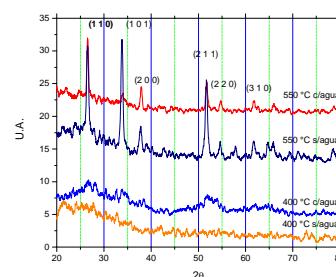
El SnO<sub>2</sub> en forma de película ha sido preparado por varias técnicas entre las que se incluye Sputtering, RPU, CVD entre otros [1]. Se han utilizado diferentes compuestos precursores como (SnCl<sub>2</sub>), (SnCl<sub>4</sub>), SnMe<sub>4</sub> y Sn(NMe<sub>2</sub>)<sub>4</sub>[2] En este trabajo reportamos la obtención de películas delgadas de SnO<sub>2</sub>, mediante la técnica de RPU, depositadas con y sin la adición de agua, con SbCl<sub>3</sub> y NFH<sub>4</sub> como dopantes, utilizando un acetilacetato como material fuente, que hasta donde nosotros sabemos, es la primera vez que se reporta el uso de este tipo de precursor en el depósito de películas de SnO<sub>2</sub>.

### Procedimiento Experimental

Las películas de SnO<sub>2</sub> se depositaron mediante la técnica de RPU; técnica que ha sido usada con éxito para depositar películas delgadas [3], usando [(C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>SnCl<sub>2</sub>] como precursor, disuelto en (N,N-DMF) [4], con 0.025 mol. Se hicieron varios experimentos previos, con otras molaridades, para encontrar la óptima que produjera SnO<sub>2</sub> con propiedades parecidas a las mencionadas en la introducción. La cantidad de SbCl<sub>3</sub> que se uso fue de 5, 10 y 20%; para el NFH<sub>4</sub> se uso 5, 10, 20, 40 y 80%. Los depósitos se hicieron sobre substratos de vidrio a temperaturas de 400, 450, 500 y 550 °C. Un segundo reactor fue utilizado en paralelo para llevar a cabo depósitos con y sin la adición de agua deionizada. Como gas de arrastre se utilizó aire seco con un flujo de 7.5 l/min en la solución de estaño y 7.5 l/min en el aerosol de agua. En todos los depósitos el tiempo fue de 5 minutos sobre substratos de vidrio.

### Resultados y Análisis

El análisis estructural mediante difracción de rayos x mostró que en general, las películas depositadas a temperaturas menores a 450 °C, tienden a ser amorfas, mientras que las depositadas a temperaturas mayores a 500°C presentan picos propios de la fase tetragonal con estructura tipo rutilo y grupo espacial (P4<sub>2</sub>/mm). Sin embargo, en los difractogramas se puede apreciar que en las películas depositadas a bajas temperaturas, la adición de agua promueve la cristalinidad, pudiéndose observar la presencia de pequeños picos de difracción en el espectro de la película depositada a 400° C con la adición de agua. Este resultado concuerda con lo reportado por otros autores en películas de óxido de aluminio [5].



**Figura 1.** Difracción de rayos x para las películas de SnO<sub>2</sub> depositadas a las temperaturas de 400°C y 550 °C, con y sin la adición de agua y sin dopantes.

Con el uso de Sb se observa una mejora las características eléctricas y mayor transparencia con el uso de F, respecto a las películas depositadas sin dopantes.

### Agradecimientos

Este trabajo fue soportado por CONACyT y PIFI con el proyecto 20071246

### Referencias

- [1] H. L. Hartnagel, Semiconducting transparent thin films, Institute of Physics Publishing Bristol & Philadelphia.
- [2] B. Thangaraju, Thin Solid Films, (402) 2002 71-78.
- [3] M. Aguilar-Frutis, M. García, C. Falcony, et al. Thin Solid Films 389, (2001) 200-206.
- [4] M. Aguilar-Frutis, et al. Phys Stat Sol 199, (2003) 227-232.
- [5] J. Guzmán-Mendoza, J. Phys. Condens. Matter, 13 (2001) L955-L959