

Síntesis y estudio de las propiedades eléctricas, ópticas y estructurales de películas delgadas de SnO₂:Sb depositadas por rocío pirolítico ultrasónico

Roberto Vázquez Arreguín¹, Miguel Ángel Aguilar Frutis¹, José Guzmán Mendoza¹, Ciro Falcony Guajardo².

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

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

Resumen

En este trabajo de investigación se presentan resultados de la fabricación y caracterización de películas delgadas de óxido de estaño (SnO₂), dopado con antimonio (Sb). Las películas fueron depositadas por medio de la técnica de rocío pirolítico ultrasónico sobre sustratos de vidrio empleando dicloruro de acetilacetato de estaño, [(C₅H₈O₂)₂SnCl₂], y cloruro de antimonio, [SbCl₃], como fuentes de estaño y antimonio, respectivamente. Como solvente se empleó la N,N-DMF. Las películas fueron depositadas en un rango de temperaturas de 400 a 550 °C, en pasos de 50 °C.

Introducción

Los materiales conductores transparentes en forma de película delgada han sido estudiados desde hace tiempo. Las aplicaciones que se han dado a estos materiales son en los dispositivos electrónicos y optoelectrónicos principalmente, que van desde calentadores de ventanas de aviones hasta dispositivos de imagen de carga acoplada [1]. Una extensa cantidad de literatura ha sido escrita sobre este material desde los años 60's y 70's; no obstante sigue siendo tema de investigación [2-6]. Hasta el momento no se han encontrado artículos que reporten el uso de (C₅H₈O₂)₂SnCl₂ en la síntesis de SnO₂.

Procedimiento Experimental

El Sb, cloruro de antimonio, [SbCl₃], se agregó directamente a esta solución en cantidades de 5%, 10% y 20%. Los depósitos se hicieron sobre sustratos de vidrio de dos tipos unos con ambas caras lisas y otros con una cara despulida para hacer mediciones en el elipsómetro, con las siguientes temperaturas 400, 450, 500 y 550 °C y utilizando dos modalidades una es con la solución y la otra es agregando un flujo de aerosol de agua DI.

Resultados y Análisis

La grafica de índice de refracción, fig. 1, vemos que para el caso sin agua aumenta hasta los 500 °C y después desciende, con una variación que esta entre 1.79 a 2.17. La tasa de depósito para las dos condiciones, a 400 °C es la más alta de todo el conjunto de muestras. Estas películas presentan una cantidad de C máxima a los 500 °C. El valor para la razón O/Sn en el SnO₂, es 2; el comportamiento del material muestra que esta razón se acerca a 2 a medida que se aumenta la temperatura. Las películas hechas a 500 y 550 °C tienen picos propios a la fase tetragonal. Las películas hechas a temperaturas de 400 y 450 °C, tienden a ser amorfas. En la gráfica, fig. 2, nos muestra un mínimo de 2.02 X 10⁻² Ω/cm, a 500 °C y de ahí aumenta con la temperatura. En el caso que se uso agua, el comportamiento tiene una variación de 0.2 manteniendo un valor para el índice alrededor

de 2.12. Las películas tienen menos absorción, siendo las hechas a 450 y 500 °C las que presentan la absorción más baja. El comportamiento en transmisión que presentan las películas es de casi el 90% y bandgap de 4.05 eV para las temperaturas de 450 y 500 °C. Los difractogramas, fig. 2, muestran una serie de picos correspondientes a la fase tetragonal del SnO₂, a 550 °C igual que a 450 °C presentan picos poco intensos. A 400 °C tiene un comportamiento amorfo. Los valores de resistividad bajan al aumentar la temperatura el valor mínimo es 4.54 X 10⁻³ Ω/cm. Uno de los beneficios que tiene el uso de sales metal-orgánicas, acetil acetatos, es como forman la película durante el deposito, que tiende a ser poco rugosa [7]. En este trabajo se han logrado rugosidades de 37 Å RMS.

Conclusiones

Las películas obtenidas en este trabajo muestran valores en el índice de refracción que coinciden con los que se han reportado con otros materiales fuente y otras técnicas de depósito. Son transparentes en la región del visible; el band gap de estas películas es entre 3.82 eV-4.07 eV. Presentan resistividad que está dentro de los valores publicados en la literatura.

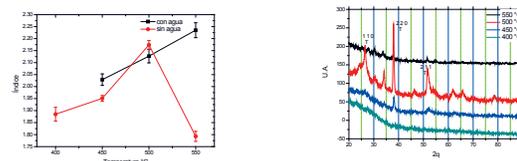


Figura 1 Índice de refracción vs. temperatura

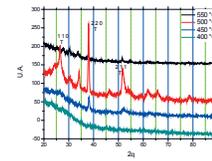


Figura 2. Difractogramas de Rayos X para muestras hechas con agua.

Agradecimientos

Este trabajo fue soportado por CONACyT y PIFI con el proyecto 20071246. Agradezco por el apoyo de Dr. Ciro Falcony G. así como al personal administrativo y operativo del CICATA Legaria.

Referencias

- [1] K. L. Chopra, S. Major & D. K. Pandya, Thin Solid Films, 102 (1983) 1-46.
- [2] H. Usami, A. Nakasa, M. Adachi, E. Suzuki, H. Fujimatsu et al. Thin Solid Films, 515 (2006) 2310-2315.
- [3] S-Y Lee, B-O Park. Thin Solid Films, 510 (2006) 154-158.
- [4] J. H. Ko, I. H. Kim, et al. Thin Solid Films, 494 (2006) 42-46.
- [5] M. Adnane, H. Cachet, G. Folcher, S. Hamzaoui, Thin Solid Films, 492 (2005) 240-247.
- [6] Pramod S. Patil, Mat. Chem. & Phys. 59 (1999) 185-198.
- [7] M. Aguilar-Frutis, et al. Phys Stat Sol 199, (2003) 227-232.