



PELÍCULAS DELGADAS, CONDUCTORAS Y TRANSPARENTES, DE ÓXIDO DE ZINC DOPADO CON ALUMINIO

Tentor Carmody, Mateo

Instituto de Física del Litoral (IFIS-Litoral)

Universidad Nacional del Litoral – Facultad de Ingeniería Química

Director: Dr. Schmidt, Javier

Área: Ciencias Exactas

Palabras claves: Óxidos transparentes y conductores (TCO's), Pulverización Catódica, Investigación.

INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento de la demanda energética, y la necesidad de métodos de obtención de energía a partir de recursos naturales, surge el desarrollo de celdas fotovoltaicas para el abastecimiento energético. Existen distintos materiales y técnicas utilizados para la producción de celdas fotovoltaicas, las cuales están constituidas por diferentes capas con fines específicos. En este trabajo se buscan producir películas delgadas de óxido de zinc dopado con aluminio (ZnO:Al), que sirvan como contacto frontal en celdas fotovoltaicas de perovskita. Estas películas deben ser altamente transparentes y tener una baja resistividad (Chang, Wang, and Hon 2000). Estudiamos la deposición de ZnO:Al mediante pulverización catódica asistida por campo magnético (*Magnetron Sputtering*) y analizamos la influencia de las condiciones de deposición sobre las propiedades de la película resultante (Spadoni and Addonizio 2015; Guillén and Herrero 2010).

Título del proyecto: Películas delgadas transparentes y conductoras de óxido de zinc dopadas con aluminio.

Instrumento: Beca Interna Doctoral

Año de convocatoria: 2021

Organismo financiador: CONICET

Director: Dr. Javier Schmidt



OBJETIVOS

- Depositar películas delgadas de ZnO:Al con alta transmitancia óptica y baja resistividad.
- Caracterizar las propiedades ópticas y eléctricas de las mismas.
- Relacionar los parámetros de deposición con las propiedades finales de las muestras.

METODOLOGÍA

Realizamos deposiciones aplicando un campo eléctrico continuo de 1500 V, variando la presión parcial de Argón inyectado en la cámara de vacío entre 60 y 120 μ bar. Realizamos la caracterización óptica midiendo el espectro de transmitancia de las películas depositadas sobre vidrio, en un rango entre 350 y 900 nm. A partir de estas mediciones, obtuvimos el espesor, el índice de refracción y el coeficiente de absorción. Obtuvimos valores de transmitancia mayores al 80% para longitudes de onda por encima del borde de absorción. Encontramos que la velocidad de deposición aumenta con la presión de Argón y es de entre 13 y 34 nm/min. El índice de refracción, en el límite de longitudes de onda largas, da valores que oscilan entre 1,547-1,735. El gap óptico del material resulta de 3,39-3,46 eV. Para la caracterización eléctrica, realizamos medidas de conductividad en función de la temperatura, a partir de las cuales obtuvimos la energía de activación de la conductividad; y mediciones de efecto Hall, que nos permitieron conocer el tipo, la movilidad y la concentración de los portadores de carga. La conductividad eléctrica a temperatura ambiente estuvo en el rango de 0,037-0,566 (Ohm.cm)⁻¹. La energía de activación resultó de 8,5-16,9 meV. Encontramos que el semiconductor es tipo-n, con transporte de cargas mayoritariamente por electrones. La movilidad Hall está en el rango de 0,2-4,8 cm²/(V.s), y la concentración de electrones libres resulta de 8,0*10¹⁸-2,8*10²⁰ cm⁻³.

Dichas muestras fueron recocidas en distintas atmósferas, a 400° durante una hora. Se encontró que las muestras se volvieron aislantes para recocidos en atmósferas de oxígeno y nitrógeno. Sin embargo, para el recocido en una atmósfera de hidrógeno los resultados fueron más variables. Cuando se caracterizaron nuevamente las propiedades eléctricas de las muestras recocidas en hidrógeno, se obtuvo una conductividad eléctrica a temperatura ambiente en el rango de 0,08-0,20 (Ohm.cm)⁻¹. La energía de activación aumentó a 23,7-44,0 meV. Todas las muestras mantuvieron el



transporte de carga mayormente por electrones. La movilidad Hall estuvo en el rango 2,4-3,7 cm²/(V.s), y la concentración de electrones libres resultó de 5,2-7,4*10¹⁹ cm⁻³.

CONCLUSIONES

El método de *Magnetron Sputtering* resulta adecuado para depositar ZnO:Al con buenas propiedades ópticas y eléctricas, que lo hacen apropiado para actuar como contacto frontal en dispositivos optoelectrónicos. El recocido a alta temperatura, en una atmósfera de Hidrógeno, mejora la conductividad de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

Chang, J. F., Wang, H. L. and Hon M. H. 2000. "Studying of Transparent Conductive ZnO:Al Thin Films by RF Reactive Magnetron Sputtering." *Journal of Crystal Growth* 211 (1): 93–97. [https://doi.org/10.1016/S0022-0248\(99\)00779-4](https://doi.org/10.1016/S0022-0248(99)00779-4).

Guillén, C., and Herrero, J. 2010. "Optical, Electrical and Structural Characteristics of Al:ZnO Thin Films with Various Thicknesses Deposited by DC Sputtering at Room Temperature and Annealed in Air or Vacuum." *Vacuum* 84 (7): 924–29. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2009.12.015>.

Spadoni, A., and Addonizio. M. L. 2015. "Effect of the RF Sputtering Power on Microstructural, Optical and Electrical Properties of Al Doped ZnO Thin Films." *Thin Solid Films* 589: 514–20. <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2015.06.035>.

