

# PROPIEDADES ÓPTICAS DE PELÍCULAS DELGADAS DE AZO OBTENIDAS POR SPUTTERING REACTIVO

Silvia Maioco y Claudia Vera\*

Laboratorio de Películas Delgadas. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Paseo Colón 850. (1063) Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina y

\*CINSO-CITEDEF-UNSAM. Juan Bautista de La Salle 4397 (B1603ALO) Villa Martelli,.Buenos Aires. e-mail: smaico@fi.uba.ar

## INTRODUCCIÓN

Las películas de óxidos conductores transparentes (TCO) han sido usadas principalmente para dispositivos optoelectrónicos y en celdas solares.

Se parte únicamente de óxidos compuestos por metales de transición con una configuración electrónica  $(n - 1) d^{10}ns^2$ , siendo el número de coordinación de los metales cuatro ó seis<sup>1</sup>. Entre las películas de TCO más utilizadas se encuentran las películas de óxido de Zn dopadas con aluminio (ZnO:Al, AZO) debido a que presentan una gran transmitancia en el visible y baja conductividad eléctrica.

Existen métodos de obtención de las películas por diversas técnicas<sup>2,3,4,5</sup>, por ejemplo: sol-gel, dc sputtering, rf sputtering, y sputtering reactivo.

El sputtering reactivo es uno de los métodos más efectivos para la deposición de películas de AZO<sup>6</sup>. La elaboración de películas delgadas a partir de blancos metálicos produce una ventaja adicional que es la de abaratar los costos de producción de los mismos.

En este trabajo se determinan y analizan las propiedades ópticas de películas delgadas de AZO obtenidas por sputtering reactivo a partir de blancos metálicos.

## PARTE EXPERIMENTAL

Se sintetizaron películas delgadas de óxido de zinc dopado con aluminio (AZO) sobre sustratos de vidrio Corning de 12,5 x 12,5 x 1 mm. Los sustratos fueron lavados en baño ultrasónico con agua destilada, acetona y etanol respectivamente. Los depósitos se llevaron a cabo en una cámara Leybol 450. Las atmósferas reactivas de argón y de oxígeno (9%), fueron controladas por controladores de flujo másico térmico. Se utilizó una aleación Zn-Al que contiene 3,2% at. de aluminio. Los depósitos se llevaron a cabo con distintos tiempos de deposición. La presión en la cámara previa al depósito fue de  $6 \times 10^{-7}$  mbar y la presión de trabajo de  $5 \times 10^{-3}$  mbar.

Las muestras se depositaron a una velocidad de 0,84 nm/s (SR1) y 0,44 nm/seg (SR2).

Las propiedades ópticas se analizaron midiendo la transmitancia en un espectrómetro Ocean Optic, UV-Visible en el rango 400-900 nm.

Las fases presentes se determinaron por difracción de rayos X en un difractómetro Bragg-Brentano Philips PW 3710, con tubo de Cu-K $\alpha$  ( $\lambda = 0,154$  nm).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de difracción de rayos X en ángulo rasante, con incidencia de  $2^\circ$  corresponden a la estructura hexagonal de la wurtzita, con orientación preferencial (002), sin evidencia alguna de fases adicionales (Fig. 1).

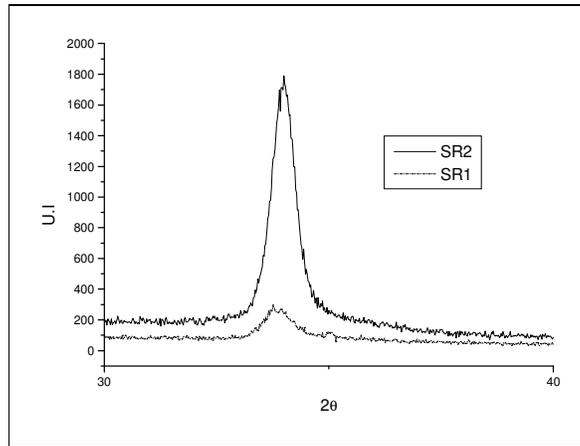


Fig 1.- Patrones de difracción de las muestras SRI, SRII

El tamaño promedio de los granos es de 48 nm (SR1) y 60 nm (SR2) los cuales se determinaron usando la ecuación de Scherrer:<sup>7</sup>  $D = K \cdot \lambda / \beta \cdot \cos \theta$ , con un K de 0,9 y  $\lambda$  (Cu K $\alpha$  0,1540 nm),  $\beta$  el ensanchamiento del pico a media altura y  $\theta$  el ángulo de Bragg.

Los espectros de transmisión (Fig. 2), muestran una transmisión del 87% para la muestra depositada a 0,09 A y una transmisión del 78% para la muestra depositada a 0,03 A a las longitudes de onda del espectro visible.

Para evaluar la banda prohibida se utilizó la relación de Tauc<sup>8</sup> para un semiconductor de banda directa:  $\alpha \cdot E = A (E - E_g)^{1/2}$ , donde A es una constante para una transición directa, E es la energía de los fotones y  $E_g$  es el valor de la banda prohibida.

En la determinación de la banda prohibida óptica se observó un corrimiento del canto de absorción a temperatura ambiente, concordante con la literatura<sup>9</sup>.

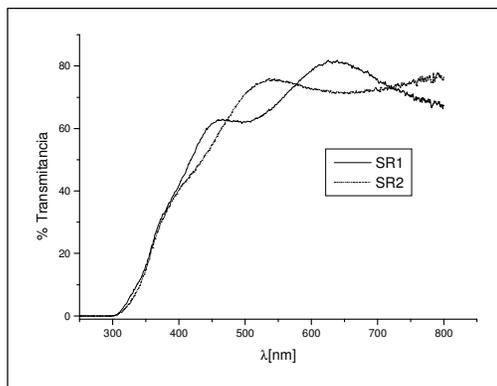


Fig.2.- Trasmittancia de AZO a distintas corrientes de depósito

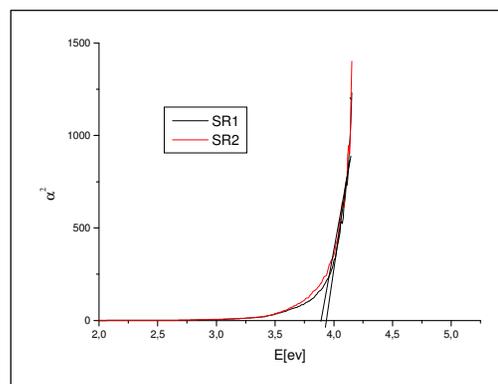


Fig. 3 Dependencia de la función de Tauc con la energía para distintas corrientes de depósito

El incremento en el valor de la banda prohibida con el aumento de la densidad de portadores se conoce como corrimiento de Burstein-Moss<sup>10,11</sup>.

## CONCLUSIONES

La obtención de películas delgadas por sputtering reactivo ofrece ventajas frente a otros métodos de obtención en el sentido de tener alta velocidad de depósito, fácil preparación y permitir trabajar con blancos de gran tamaño para poder ser utilizados en escala industrial

Los espectros de transmisión para las muestras analizadas revelan cantos de absorción muy semejantes. La calidad de las películas esta confirmada en la aparición de interferencias esto ocurre cuando posee la misma la relación dispersión/ absorción en toda la película.

## REFERENCIAS

---

- 1.- Facchetti, A.; Marks, T. Ed. Transparent Electronics. Wiley
- 2.- Minami, T., Thin Solid Film 516 (2008)
- 3.-Kim, M.S.; Yim, K.G.; Son, J-S and Leem, J-Y..Bull. Korean Chem. Soc. Vol33,Nº4 1235 (2012)
- 4.- Kölbe, Ch.; Greiner, D.; Klaer, J., Meeder, A.; Ruske, F.. Thin Solid Film 518 (2009)
- 5.- Okuhara, Y., Matsubara, H., Numaco, C., and Takata, M. ACS-J, 49, (2013)
- 6.- Jung, S.J.;Koo, Y.H.; Lee, J.J.; Joo, J.H. Surface and coatings Technology 200 (2005)
- 7.- Azaroff, L. Elements of x-ray crystallography. Mc.Graw Hill (1968).
- 8.- Jain, A.; Sagar, P.; Mehra, R.A.; Solis State Electronic., 50 (2006)
- 9.- Wang, M.; Lee, K.E.; Hahn, S.H.; Kim, E.J.; Cheng, J.S.; Shin, E.W.; Parc, C..Mater Lett., 61 (2007)
- 10.- Burstein, E. Phys.Rev. 93 (1954)
- 11.- Moss, T.S. Proc. Phys. Rev. 867 (1954)