

ELABORACION DE PELICULAS DE OXIDOS CONDUCTORES TRANSPARENTES PARA USO SOLAR

R. Picicelli*, J. L. Dragone*, A. Lamagna y N. Di Lalla*****

***Alumnos UBA, ** CNEA, ***CONICET**

Dep de Materiales CAC-CNEA

Av. Gral Paz 1499 cp 1650-San Martín (BsAs)

dilalla@cnea.edu.ar

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos en lo referente al crecimiento y caracterización de películas conductoras transparentes de $\text{SnO}_2\text{:F}$ obtenidas mediante deposición por pirólisis de vapor de una solución de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, para la posterior utilización en los contactos frontales de celdas solares de CdTe/CdS que se elaboran en nuestro laboratorio. Las películas se han caracterizado mediante las técnicas usuales XRD, ESEM, espectroscopía de transmisión y conductividad por cuatro puntas.

INTRODUCCION

Materiales como ser los óxidos conductores y transparentes tales como el : ITO, ZnO , SnO_2 son tema de investigación y desarrollo por sus diversas aplicaciones, podemos citar por ejemplo: ventanas electrocrómicas, sensores de gases, contactos transparentes en celdas solares etc.

Nuestro interés se focaliza en la obtención de películas delgadas de $\text{SnO}_2\text{:F}$ y en particular para el uso en celdas solares de CdTe/CdS .

El SnO_2 presenta un ancho de banda prohibida de 3.7 eV lo que lo hace transparente a la luz visible y por lo tanto empleable como ventana en celdas solares. Además su índice de refracción en el rango de 1.6 a 1.9 lo hace utilizable como capa antireflectante en celdas solares de silicio.

El SnO_2 estequiométricamente intrínseco es no conductor por lo cual debe ser adecuadamente dopado con algún elemento, tal es el caso del fluor que dopa actuando como sustitucional del ión O^{2-} gracias a la similitud del radio iónico (1.17 Å para el F⁻ y 1.22 Å para el O^{2-}).

Las cualidades del compuesto depende de las fases presentes, siendo las posibles : SnO , Sn_2O_3 , Sn_3O_4 y SnO_2 , esta última es la buscada dependiendo fundamentalmente el tipo de cristalización de la temperatura de crecimiento.

Existen una variada cantidad de técnicas que pueden ser empleadas para el crecimiento de películas policristalinas transparentes y conductores de SnO_2 [1] como ser : CVD, evaporación en vacío, evaporación por haz electrónico, pirólisis de vapor, esta última se destaca por su economía y muy buenos resultados.

PARTE EXPERIMENTAL

Se ha empleado la técnica de depósito por pirólisis, debido principalmente a los bajos costos involucrados, la solución fue preparada con $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y NH_4F en una relación molar $[\text{F}]/[\text{Sn}]$ del 390% en solución, relación para la cual se obtienen buenos resultados [2], como alcohol de transporte fue utilizado CH_3OH , y se añadió una pequeña cantidad de H_2O para mejorar la hidrólisis del cloruro de estaño.

La niebla fue producida por un nebulizador ultrasónico de 1.7 Mhz. Los substratos utilizados fueron vidrios cubre objetos de aproximadamente $3 \times 3 \text{ cm}^2$, los cuales fueron previamente limpiados con acetona, metanol y luego enjuagados con agua de $18 \text{ M}\Omega\text{cm}$.

Los depósitos fueron realizados a una temperatura de 400 °C y los espesores buscados de aproximadamente 350 nm, valor éste para el cual asintotiza la resistividad (ver figura 1) y más allá del cual empeora la transmitancia óptica.

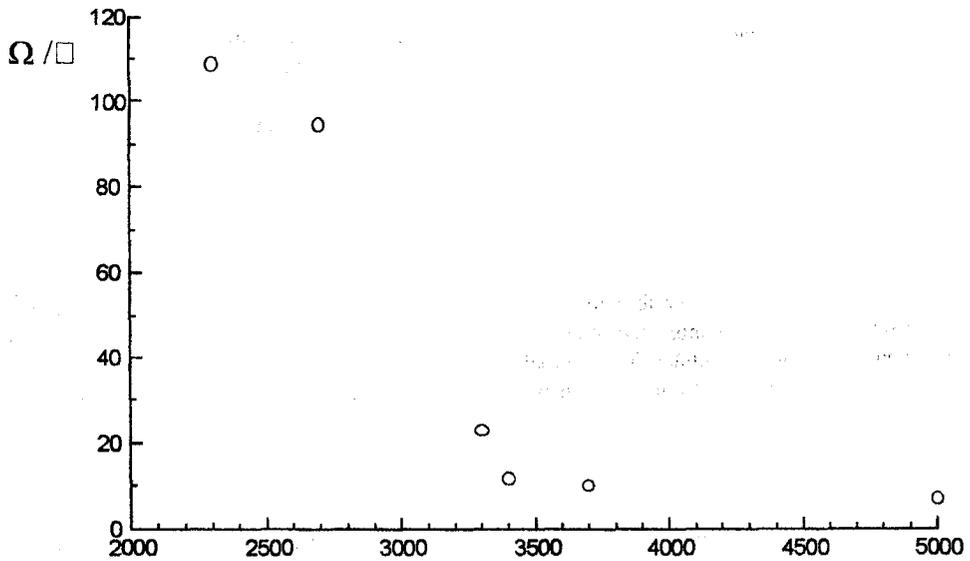


Fig.1 Resistividad de capa de un film de SnO₂:F en función del espesor

La resistividad de capa baja hasta aproximadamente 10 Ω/□ obteniéndose una transmisión óptica que supera al 85% para λ=600nm (Fig.2); valores similares han sido reportados en otras publicaciones extranjeras[3].

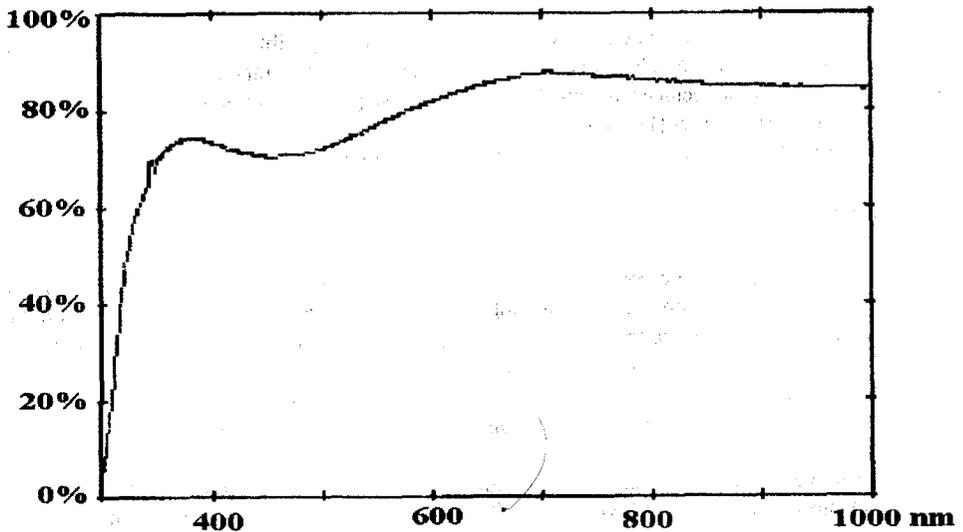
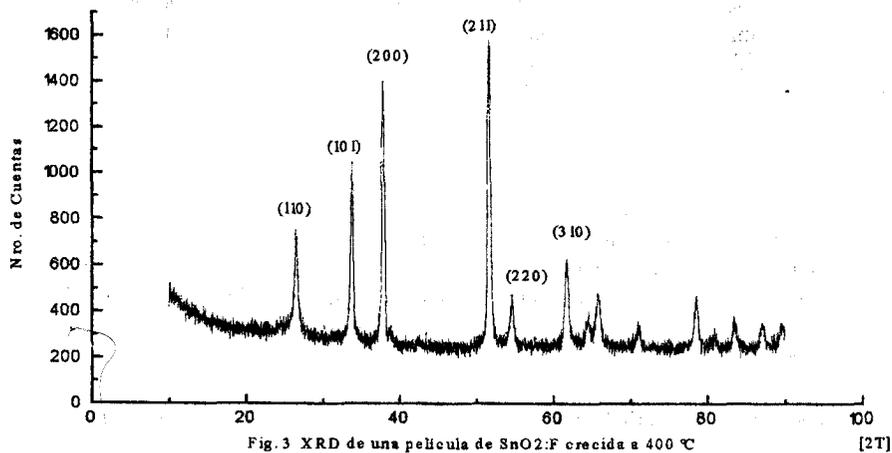


Fig.2 Transmisión óptica de una película de SnO₂:F de 350nm de espesor

La estructura cristalográfica fue caracterizada mediante XRD rasante, resultando como estructura predominante la tetragonal (casiterita), se observa en dicho espectro los picos característicos principales del SnO₂ como ser el (200) y el (211) ver Fig 3. La intensidad de los picos depende fundamentalmente de la temperatura del sustrato[4].



La Figura 4 muestra la imagen ESEM de la superficie de la película de SnO₂:F, puede observarse la estructura policristalina que da cuenta de la buena cristalización, estimándose que los tamaños de grano varían entre 500 y 2000 nm.

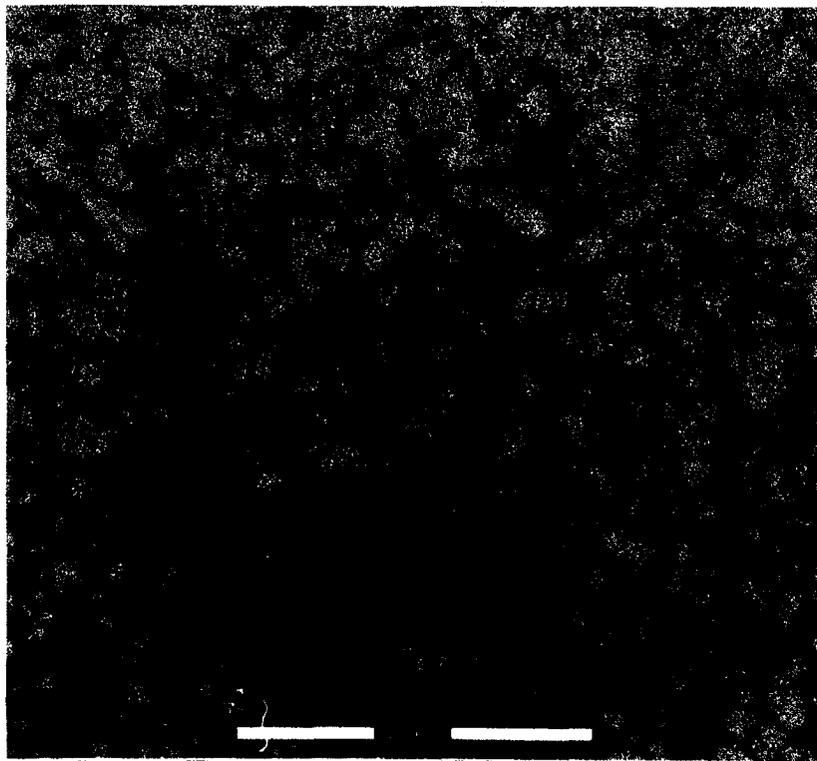


Fig.4: Imagen ESEM de la superficie del SnO₂:F depositado por "spray pyrolysis" a 400°C sobre Si. 20000X

CONCLUSIONES

Podemos decir que se han obtenido películas de muy buenas cualidades optoelectrónicas, depositándolas mediante pirólisis de vapores generados por nebulización ultrasónica de 1.7 MHz, resultando dicha técnica muy sencilla y económica, y verificando la posibilidad de utilizar $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en reemplazo del $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ que es el que comúnmente es usado.

La imagen XRD muestra el espectro característico de la fase SnO_2 , sin presencia de la fase SnO , las orientaciones más sobresalientes son las (200) y (211) resultando la estructura tetragonal (casiterita).

Además la imagen del microscopio electrónico muestra una excelente cristalización a una temperatura no mayor a 400°C .

En cuanto a la transparencia del film resultó muy buena, de aproximadamente del 85 % para $\lambda=600\text{nm}$, en espesores de aproximadamente 350 nm, obteniéndose resistividades de aproximadamente $4 \times 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ con una resistividad de capa de aproximadamente $10 \Omega/\square$, valores todos comparables a los reportados en publicaciones extranjeras.

Con todo lo expuesto se puede concluir que las películas de $\text{SnO}_2:\text{F}$ obtenidas mediante esta técnica con el empleo de cloruro de estaño califican para ser utilizados como contactos anteriores de celdas fotovoltaicas de CdS/CdTe .

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Lic. Diego Lamas de CITEFA por habernos realizado los espectros XRD rasante de las muestras de $\text{SnO}_2:\text{F}$.

REFERENCIAS

- [1] K.L Chopra, S. Mayor and D.K. Pandya. *Thin Solid Films*, 102 (1983) 1-46
- [2] Chitra Agashe et al. *Solar Energy Materials* 17 (1988) 99-117
- [3] K.H.Yoon and J.S.Song. *Solar Energy Materials* 28 (1993) 317-327
- [4] K. B. Sundaram and Bhagavat. *Thin Solid Films*, 78 (1981) 35