

"ESTUDIO DE LA INTERFAZ ENTRE PELICULAS DE OXIDO DE ESTAÑO IMPURIFICADO CON CLORO Y DE SILICIO AMORFO HIDROGENADO"

M.H.Farías*, G.Soto*, L.Cota-Araiza*, A.Ortíz**, S.López**, y C.Falconi***

* IF-UNAM, Lab. Ensenada, A.P.2681, Ensenada, BC.22800

** IIM-UNAM, A.P.70-360, Coyoacán 04510 México, D.F.

*** CINVESTAV-Física, A.P. 14-740, 07000 México, D.F.

RESUMEN

Se estudió la baja reactividad química y la interdifusividad en la interfaz entre películas de silicio amorfo hidrogenado (SAH) y de óxido de estaño impurificado con indio, ambas preparadas por PECVD. El espesor de la capa de transición entre las películas depende de la secuencia del depósito. Cuando se deposita primero el SAH, el espesor de dicha capa es de aproximadamente 30 Angstroms, mientras que en el caso inverso, es de doble. La composición química de las películas es uniforme en profundidad en ambos casos. No se observó señal asociada al enlace Si-O en ningún caso.

INTRODUCCION

Los óxidos metálicos con brecha grande se pueden usar como contactos conductores transparentes en dispositivos optoelectrónicos [1]. Los más comunes son el óxido de estaño-indio, y el óxido de estaño y el óxido de zinc impurificados con impurezas trivalentes [2]. Se pueden preparar películas de estos materiales por medio de varias técnicas, y para obtener conductividad y transparencia adecuadas se les debe someter a tratamientos térmicos arriba de 300 C. Cuando se usan películas de óxido de estaño en celdas solares de silicio amorfo hidrogenado (SAH), la película de óxido se debe depositar primero para no degradar el SAH [3], la interfaz [4], o las propiedades eléctricas [5] con el tratamiento térmico. Recientemente, se han reportado películas con propiedades ópticas y eléctricas adecuadas de óxido de estaño impurificado con cloro ($\text{SnO}_2:\text{Cl}$) por el método de descarga brillante de SnCl_4 y O_2 a temperatura de sustrato de 200 C [6]. En este trabajo reportamos el análisis por medio de la espectroscopía electrónica Auger de la reactividad química de la interfaz entre películas de SAH y $\text{SnO}_2:\text{Cl}$ cuando se deposita primero el SAH, y viceversa.

DETALLES EXPERIMENTALES

Se prepararon dos tipos de muestras: Tipo A, consistentes en una película de óxido de estaño depositada sobre vidrio Corning 7059 por medio de descarga brillante a 30 KHz de SnCl_4+O_2 a temperatura de sustrato de 200 C y otra película de SAH depositada arriba del óxido de estaño por medio de descarga brillante de SiH_4 , Tipo B, similar a las anteriores, excepto que el SAH se depositó antes del óxido de estaño. En la Tabla I se

presentan las condiciones del depósito de las películas. Otros detalles en las preparaciones ya han sido reportados anteriormente [6,7].

Los análisis superficiales fueron obtenidos con una microprueba Auger de barrido (Perkin-Elmer, PHI 595) equipada para espectroscopía electrónica Auger con analizador de espejo cilíndrico y microscopía electrónica de barrido. La presión base del sistema es de 2×10^{-10} Torr. La adquisición y el análisis de los datos se hicieron con un sistema computacional analítico de la misma compañía. El haz de electrones se puede barrer y se enfoca hasta un diámetro de 50nm. Los espectros Auger fueron almacenados digitalmente en el modo $E^*N(E)$ con incremento de energía de 0.5 eV. La erosión con la que se obtuvieron los perfiles en profundidad se hizo con un haz de argón con una energía de 2KeV.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Fig.1 se presentan los espectros Auger obtenidos de dos puntos en un cráter de una muestra tipo A. El punto (a) es de la interfaz entre el óxido de estaño y el SAH, y muestra picos de Si(LMM, 92 eV), O(KLL, 510 eV) y Sn(MNN, 430 eV), lo cual indica la interdifusión que se da en la región de la interfaz. El punto (b) es de la película de óxido de estaño y sólo muestra los picos Auger de Sn(MNN, 430 eV), O(KLL, 510 eV), y otros tres picos pequeños asociados a Sn(370 eV). En ninguno de los espectros aparece señal de cloro, quizá porque la concentración de este impurificante es menor que el límite de detección (aprox. 0.1% de monocapa atómica). Por otro lado en la fig. 2 se tienen los espectros Auger de

dos puntos en una muestra tipo B. El punto (a) en la superficie del óxido de estaño, y el punto (b) en el centro de un cráter que no fue lo suficientemente profundo como para llegar a la película de SAH. En ambos puntos aparece una señal de Cl, el cual es incorporado en el óxido de estaño durante la primera etapa del depósito y aparentemente disminuye al aumentar el espesor de la película.

En la Fig. 3 están los perfiles de distribución de silicio, estaño y oxígeno para muestras tipo A. Conteos por debajo de 10% se deben a ruido. Aparece una capa de transición en la interfaz de aproximadamente 60 Angstroms de espesor (tomado los puntos donde la señal es del 10%), el cual está de acuerdo con reportes de la literatura [3]. En la Fig. 4 se presentan los perfiles de distribución de las muestras tipo B. También, se observa una capa de transición, de aproximadamente 30 Angstroms de espesor. En ambos tipos de muestras, la distribución en profundidad de estaño y oxígeno son uniformes. El espesor de la película de óxido de estaño se calculó de la velocidad de crecimiento reportada anteriormente para SnO_2 [6], y el de la película de SAH, por técnicas interferométricas. De las Figs. 3 y 4 se puede inferir que la velocidad de erosión iónica es menor para el óxido de estaño que para el SAH.

Aparentemente, las películas de óxido de estaño están reducidas en ambos casos, sin embargo esto se puede deber a efectos de reducción por los haces de iones y electrones. La diferencia en el valor de los espesores de la capa de transición en ambos tipos de muestras pudiera asociarse con el hidrógeno presente en el silano de la descarga brillante, el cual reduce al óxido de estaño. Por otro lado, no hay evidencia de oxidación de silicio por el oxígeno presente en la descarga brillante de $\text{SnCl}_4 + \text{O}_2$.

CONCLUSIONES

Hay diferencia en el espesor de la capa de transición entre películas de SAH y óxido de estaño impurificado con indio, como función del orden de depósito de las películas. La capa de transición es de aproximadamente 30 Angstroms de espesor cuando se deposita primero el SAH, y 60 Angstroms en el caso inverso. No se observó evidencia de oxidación de silicio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a J. García-Coronel y a E. Martínez por su asistencia técnica. También agradecemos el apoyo financiero parcial otorgado por CONACyT y la OEA.

REFERENCIAS

- 1.- A.L. Dawar and J.C. Joshi, J. Materials Sci. 14, 1 (1984).

- 2.- H. Nato, T. Minami and S. Takata, J. Appl. Phys. 60, 482 (1986).
- 3.- W. Beyer and H. Wagner, J. Non-Cryst. Sol 59-60 161 (1983).
- 4.- J.H. Tomas III and A. Catalano, Appl. Phys. Lett. 43, 101 (1983).
- 5.- F. Sánchez-Sinencio and R. Williams, J. Appl. Phys. 54, 2757 (1983).
- 6.- A. Ortíz, S. López and E. Martínez, Solar Energy Mater. (aceptado para publicación).
- 7.- M. Hirose, en: "Semiconductors and Semimetals", Vol. 21 A, Ed. J.I. Pankove (1984) Cap. 2

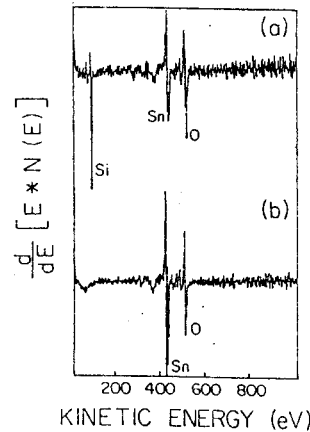


Fig. 1 Espectros Auger de dos puntos en un cráter de una muestra tipo A. (a) Interfaz entre el óxido de estaño y el SAH. (b) Película de óxido de estaño.

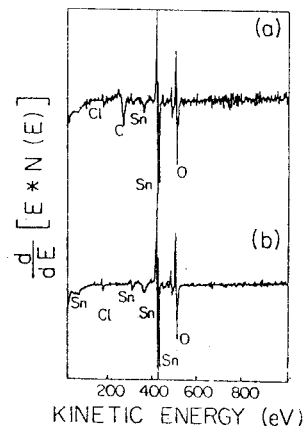


Fig. 2 Espectros Auger de dos puntos en un cráter de muestra tipo B. (a) Superficie del óxido de estaño. (b) Película de óxido de estaño.

Tabla I. Condiciones para el depósito del óxido de estaño ($\text{SnO}_2:\text{Cl}$) y del silicio amorfo hidrogenado (SAH).

	SAH		$\text{SnO}_2:\text{Cl}$	
	TIPO A	TIPO B	TIPO A	TIPO B
Presión Base (Torr)	2×10^{-6}	2×10^{-6}	10^{-2}	10^{-2}
Temp. Sustrato (C)	220	220	200	200
Flujo de gas (cc/min)	40	40	5	5
Pres. Cámara (Torr)	.5	.5	.5	.5
Potencia Plasma (mW/cm ²)	32	32	160	160
Separación Electrodo (cm)	1.4	1.4	2	2
Tiempo de Depósito (min)	35	1.7	30	1.5
Espesor de la Película (Angstroms)	2520	120	3600	180
Material Fuente	SiH_4	SiH_4	$\text{SnCl}_4 + \text{O}_2$	$\text{SnCl}_4 + \text{O}_2$

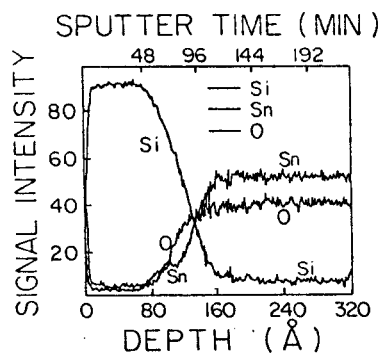


Fig. 3 Perfiles de distribución de silicio, estaño, y oxígeno para muestras tipo A.

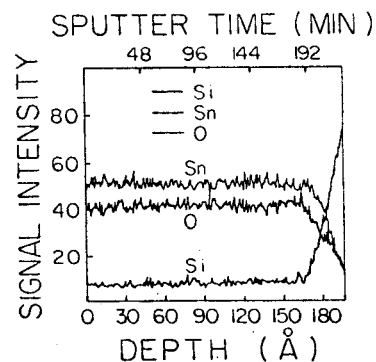


Fig. 4 Perfiles de distribución de silicio, estaño y oxígeno para muestras tipo B.