



Películas delgadas de óxidos conductores transparentes formados de $(\text{CdO})_x (\text{ZnO})_{1-x}$

C.I. Zuñiga-Romero^{1,2}, G.Torres-Delgado¹, M. Frutis-Aguilar²

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro,
A.P. 1-798, Querétaro, Qro. 76001 México

²Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, del Instituto Politécnico Nacional,
Legaría 694, Col. Irrigación, 11500, Mexico D.F

RESUMEN

En este trabajo se presenta la preparación de películas delgadas (PD's) intrínsecas de $(\text{CdO})_{0.22}(\text{ZnO})_{0.78}$ para usarse como óxido conductor transparente; a partir de una mezcla de dos soluciones precursoras utilizadas en la obtención de PD's de CdO y ZnO. Las PD's se obtuvieron por la técnica de sol-gel y fueron depositadas por el método de inmersión-remoción sobre sustratos de vidrio portaobjeto. El sustrato recubierto fue secado a 100 °C y sinterizado a 400°C en atmósfera abierta; ambos durante una hora. Las PD's fueron caracterizadas mediante espectroscopia UV-Vis, resistividad y perfilometría. Estas presentaron una transmisión óptica por arriba del 90%, resistividades del orden de $10^{-2} \Omega\text{-cm}$ para espesores de alrededor de los 5500Å. Tratamiento posteriores en atmósferas controladas de forming gas y nitrógeno serán hechas a diferentes temperaturas de annealing con el propósito de alcanzar resistividades mas bajas y posteriormente las soluciones precursoras se impurificarán con F y Al con el propósito de alcanzar resistividades eléctricas del orden de $10^{-4} \Omega\text{-cm}$ sin detrimento de la transmisión óptica en la región ventana. Estos valores serían ya suficientes para pensar en una aplicación a gran escala con un procedimiento de preparación más económico y sencillo que los actuales usados para la obtención de PD's de ITO. (Indium Tin Oxide)

INTRODUCCION

Los óxidos conductores transparentes (OCT) son de gran importancia tecnológica. Por ejemplo, son usados como: i) electrodos transparentes, ii) escudo de interferencia electromagnética antiestática y iii) como un calentador eléctrico, entre otras. Actualmente se han alcanzado resistividades del orden de $10^{-4} \Omega\text{-cm}$ en películas delgadas (PD's) de ZnO impurificadas con In ó Al, usando la técnica de erosión catódica. El ITO es el OCT mas utilizado hoy en día debido a su combinación de la resistividad de cuadro $\Omega/20 \square$ y su transparencia óptica (>85%). Aún cuando su producción supera con mucho a la de otros OCT su costo es cada vez más alto debido al encarecimiento del In por ser un elemento poco abundante

en la naturaleza. Por lo anterior, es importante el estudio de otros OCT en PD's utilizando técnicas de preparación económicas y sencillas de implementar; como lo es la técnica de sol-gel. Por sus propiedades ópticas, el ZnO es un buen candidato a substituir al ITO, sin embargo sus valores de resistividades son relativamente altas ($10^5 \Omega\text{-cm}$) cuando se prepara por sol-gel. Por otro parte el CdO presenta resistencias de cuadro del orden

de $30\Omega/\square$ pero su ventana óptica es menor a la del ZnO. En estudios previos se ha encontrado que al combinar ambos óxidos sus propiedades ópticas y eléctricas se combinan [1] y podrían dar lugar a un OCT de buena calidad; similar a la del ITO.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

i) Solución precursora: Se prepararon las dos soluciones precursoras CdO, ZnO, por separado para obtener las cantidades en moles de los reactivos que se necesitan para tener al final una solución transparente y estable. Para preparar la solución de CdO se necesita: Acetato de Cadmio(1mol), Etilen-glicol(4.78moles),1-Propanol (17.7 moles),Trietilamina (0.5 moles) y Glicerol (0.15 moles) y para la de ZnO se necesitan Acetato de Zinc (1mol) Etilen-glicol(2.5moles),1-Propanol(5.92 moles), Trietila- mina (2.0 moles) y Glicerol (0.15 moles)

ii) Solución de $(\text{CdO})_{0.22}(\text{ZnO})_{0.78}$: Se pesan ambas sales (previamente secadas) y se mezclan en los porcentajes molares respectivos (22 % de Cd y 78 % de Zn); y para los otro reactivos, se mantiene las proporciones usadas cuando se prepararon las soluciones por separado. Junto con el etilen-glicol se ponen en un matraz de bola de 50 ml y luego en un sistema de reflujo a 150°C por 25 min, la sal ya disuelta se le agrega el glicerol, el 1-propanol y la trietilamina ,en las concentraciones en moles ya mencionadas.

iii) Recubrimientos: Se recubren vidrios portaobjetos limpios (previamente desengrasados y atacados químicamente) en el sistema de inmersión remoción a una velocidad de 2.0 cm/min., y después se les da un tratamiento de secado a 100°C y después de sinterizado a 400°C en atmósfera abierta; ambos durante 1 hora.

RESULTADOS

Se prepararon películas delgadas de 5 y 6 recubrimientos con la solución de $(\text{CdO})_{0.22}(\text{ZnO})_{0.78}$. Los valores del espesor fueron de 4880Å y 5700Å respectivamente. Los valores de resistividad fueron de $\sim 2 \times 10^{-1} \Omega\text{-cm}$ y una transmisión óptica mayor al 85% en su región ventana.

CONCLUSIONES

Se obtuvo una solución $(\text{CdO})_{0.22}(\text{ZnO})_{0.78}$ transparente y estable, las películas intrínsecas que resultaron a partir de esta solución tienen buenas propiedades ópticas y eléctricas. Se trabajara con F y Al como impurificantes y tratamientos térmicos en atmosferas controladas para bajar la resistividad sin detrimento de la transmisión óptica.

REFERENCIAS

[1] G. Torres-Delgado, et. al., *Adv. Funct. Mater.*, **12**, N° 2 p.129 (2002) February.