



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. Aguilar-Frutis²

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 del Instituto Politécnico Nacional,
Legaría 694, Col. Irrigación, 11500, México D.F

RESUMEN

En este trabajo se presenta la preparación de películas delgadas (PD's) intrínsecas e impurificadas con flúor y aluminio de $(\text{CdO})_{0.24}(\text{ZnO})_{0.76}$, utilizando la técnica de sol-gel, para usarse como óxido conductor transparente. Las PD's se obtuvieron a partir de una mezcla de dos soluciones precursoras utilizadas en la obtención de PD's de CdO y ZnO. La concentración de Al y F, en la solución precursora, fueron 1% y 2% respectivamente. Las PD's fueron depositadas por el método de inmersión-remoción sobre sustratos de vidrio portaobjeto. Para su caracterización, se utilizaron la espectroscopia UV-Vis, resistividad de cuatro puntas, perfilometría y difracción de rayos X (DRX). Los resultados de DRX muestran que las películas son policristalinas y están formadas de una mezcla de CdO y ZnO. Después del tratamiento térmico en atmósfera controlada de forming gas las películas alcanzaron resistividades del orden de $10^{-2} \Omega\text{-cm}$ para espesores de alrededor de los 5500Å; y transmisión óptica por arriba del 90%. Trabajo adicional se propone para buscar disminuir la resistividad eléctrica a valores tales que se pueda utilizar 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 ($20 \Omega / \square$) 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 su 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

Para preparar las soluciones de CdO y ZnO por separado, se necesitan los siguiente reactivos. Para el 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 el 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)

i) Solución de $(\text{CdO})_{0.24}(\text{ZnO})_{0.76}:\text{F}:\text{Al}$ Se pesan ambas sales (previamente secadas) y se mezclan en los porcentajes molares respectivos (24 % de Cd y 76 % 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 fluoruro de amonio (fuente de F), el 1-propanol y la trietilamina y finalmente el nitrato de Al (fuente de Al) ,en las concentraciones en moles ya mencionadas.

ii) 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. Los tratamientos en forming-gas se hicieron a una temperatura de 400°C a 550°C en pasos de 50°C , con un flujo de $0.15 \text{ cm}^3/\text{min}$.

RESULTADOS

Se prepararon películas delgadas de 7 recubrimientos. Los valores de espesor fue alrededor de 4700 Å. Los valores de resistividad fueron de $7 \times 10^{-2} \Omega\text{-cm}$ y $4 \times 10^{-2} \Omega\text{-cm}$ después del tratamiento en forming a la temperatura de 500°C . La transmisión óptica fue de 90 %.

CONCLUSIONES

Se obtuvo una solución precursora transparente y estable para la obtención de PD's de $(\text{CdO})_{0.24}(\text{ZnO})_{0.76}$. Las películas intrínsecas e impurificadas tienen buenas propiedades ópticas. Se continuará modificando los procedimientos de preparación de la solución precursora y sus porcentajes de impurificación; buscando bajar la resistividad a ordenes de $10^{-3} \Omega\text{-cm}$ a $10^{-4} \Omega\text{-cm}$.

REFERENCIAS

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