

Desarrollo y caracterización de películas delgadas basadas en calcogenuros y óxidos para su aplicación en dispositivos de recolección de energía

Development and characterization of thin films based on chalcogenides and oxides for their application in energy harvesting devices

LUIS CARLOS SANTANA MEDINA^a, AMANDA CARRILLO CASTILLO^{a*}, RAFAEL ELIECER GONZÁLEZ LANDAETA^a

^aDepartamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: amanda.carrillo@uacj.mx

No. de resumen

5CP23-4

Formato

Ponencia

Evento

5.º Coloquio de Posgrados del IIT

Presentador

Luis Carlos Santana Medina

Tema

Micro y nanotecnología

Estatus

Estudio en curso

Fecha de la presentación

Mayo 23, 2023

Resumen

En este trabajo se reporta la síntesis a baja temperatura (43 °C) de películas delgadas de sulfuro de cadmio (CdS) por la técnica de deposición en baño químico, evaluando el efecto del número de capas uno a tres, el tratamiento térmico y la inclusión de nanopartículas de la misma naturaleza (CdS). Se reporta también la síntesis de películas delgadas de óxido de zinc (ZnO) por la técnica sol-gel/*spin-coating* a temperatura ambiente, evaluando las mismas variables mencionadas anteriormente. Las películas delgadas obtenidas se caracterizaron mediante espectroscopía ultravioleta-visible (UV-Vis), difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM), analizador de impedancia, vibrador ultrasónico asistido con multímetro y microscopía de fuerza piezorrespuesta (PFM). Se estudió el efecto del proceso de tratamiento térmico, el número de capas y la inclusión de nanopartículas del mismo material. Las propiedades ópticas en ambos materiales muestran el borde de absorción respectivamente en 500-600 nm para el CdS y 300-350 nm para el ZnO, el tratamiento térmico disminuye la transmitancia, lo que indica una densificación del material. Los patrones XRD demostraron una estructura de wurtzita hexagonal en las películas delgadas de ambos materiales. Para las películas de ZnO, el SEM muestra un tamaño de partícula de aproximadamente 100 nm, mientras que para las películas de CdS se puede observar un crecimiento uniforme, pero en las películas con tres capas de material se aprecian fracturas debido al estrés del material. El análisis de las propiedades piezoeléctricas se realizó utilizando un vibrador ultrasónico y un multímetro. La vibración generada por el limpiador ultrasónico produjo una diferencia de potencial para cada muestra. En general, las películas recocidas de CdS pudieron generar una mayor diferencia de potencial en comparación con las películas sin tratamiento térmico, pero la inclusión de nanopartículas no mejoró el efecto piezoeléctrico. Para películas recocidas de ZnO, no mostró una mejora significativa. Por otro lado, las nanopartículas de ZnO mejoraron el voltaje generado entre un 10 y un 25 %. El coeficiente piezoeléctrico d_{33} fue investigado por PFM. Los resultados muestran que el coeficiente aumenta con el incremento del espesor. Estas propiedades hacen que las películas delgadas desarrolladas por técnicas de química blanda sean candidatas para aplicaciones en dispositivos de recolección de energía desarrollados a bajas temperaturas y a bajo costo.

Palabras clave: recolección de energía; piezoeléctricos; calcogenuros; química suave.

Abstract

In this work, we report the synthesis at low temperature (43 °C) of cadmium sulfide (CdS) thin films by the chemical bath deposition technique, evaluating the effect of the number of layers one to three, the annealing and the inclusion of nanoparticles of the same nature (CdS). The synthesis of thin films of zinc oxide (ZnO) by the sol-gel / spin-coating technique at room temperature is reported, evaluating the same variables mentioned above. The obtained thin films were characterized using Ultraviolet-Visible Spectroscopy (UV-Vis), X-ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), Impedance analyzer, ultrasonic vibrator assisted with multimeter and piezoresponse force microscopy (PFM). The effect of annealing process, number of layers and the inclusion of nanoparticles of the same material were studied. The optical properties in both materials show the absorption edge respectively at 500-600 nm for CdS and 300-350 nm for ZnO, the heat treatment decreases the transmittance, indicating a densification of the material. The XRD patterns demonstrated a hexagonal wurtzite structure in the thin films of both materials. For the ZnO films, the SEM shows a particle size of approximately 100 nm, while for CdS films uniform growth can be observed but in films with three layers of material can be appreciated fractures due to the stress of the material. The piezoelectric properties analysis was conducted by using ultrasonic vibrator and multimeter. The vibration generated by the ultrasonic cleaner produced a potential difference for each sample. In general, the annealed CdS films were able to generate a higher potential difference compared to films without heat treatment but the inclusion of nanoparticles did not improve the piezoelectric effect. For annealed ZnO films, did not show a significant improvement. On the other hand, the ZnO nanoparticles did improve the generated voltage 10 to 25%. The piezoelectric coefficient d_{33} was investigated by PFM. The results show that the coefficient increases with the increase of the thickness. These properties make thin films developed by soft chemistry techniques candidates for applications in energy harvesting devices developed at low temperatures and at low cost.

Keywords: energy harvesting; piezoelectric; chalcogenides; soft chemistry.

Entidad legal responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Financiamiento

Los autores agradecen el apoyo económico parcial de CONACYT a través de las becas nacionales 764194 y UAC-JPROJECTS RIPI2022IIT3.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.