

Sustitución de película nanométrica de CdS por ZnS en arreglos para celdas solares de segunda generación

H.L. Aguirre-Villegas^a; F.J. Suárez Franco^d; J.A. Hernández-Rivera^c; L.I. Rueda-Escobar^a; L.E. Martínez-Tolentino^c; H.E. Esparza-Ponce^b.

^a Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Campus II, Circuito Universitario s/n, Chihuahua, Chih., México

^b Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), Miguel de Cervantes 120, 31109, Chihuahua, Chih., México.

^c Universidad Tecnológica de Tulancingo, Camino a Ahuehuetitla 301, 43642, Tulancingo, Hgo., México.

^d Universidad Tecnológica de Chihuahua Sur, Km3 carretera Chihuahua-Aldama s/n, 31313, Chihuahua, Chih., México.

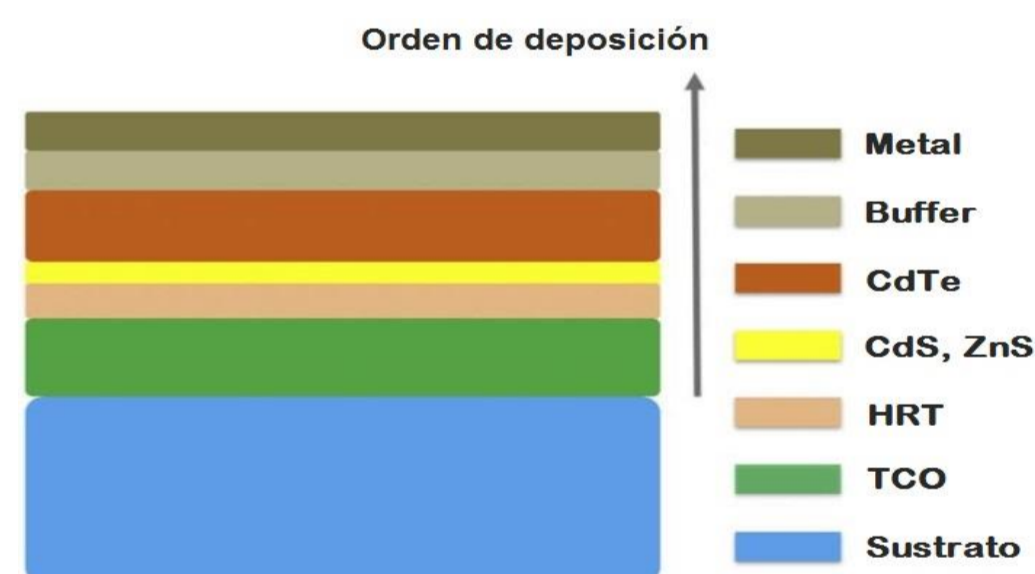
RESUMEN

Se realizó un arreglo de películas nanométricas semiconductoras (CdS/CdTe/ITO/ZnO y ZnS/CdTe/ITO/ZnO) sobre sustratos de vidrio/ITO comercial mediante baño químico y erosión catódica, con el fin de sustituir CdS por ZnS y comparar sus propiedades morfológicas, ópticas y eléctricas.; siendo la celda identificada como ZnS/CdTe/ITO/ZnO1 la de mayor conductividad.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático y la contaminación han generado un estado de alarma desde hace ya varios años sobre la necesidad de disminuir el uso de combustibles fósiles, lo cual está llevando al desarrollo de fuentes renovables alternativas que satisfagan la demanda energética global con un menor impacto ambiental. La biomasa, la energía eólica y la energía solar han tenido el mayor desarrollo. Las celdas solares se basan en el denominado efecto fotovoltaico, lo que permite transformar la energía proveniente del sol en energía eléctrica, a través de la generación de pares electrón hueco entre la capa ventana y la capa absorbente de los semiconductores tipo n y p, respectivamente. Las celdas de primera generación son de silicio monocristalino, policristalino y amorfo con alta eficiencia. Las celdas de segunda generación, conocidas como celdas solares de películas delgadas, nacen como una alternativa para disminuir costo y peso en los ensambles; siendo las de telurio de cadmio (CdTe) las más exitosas comercialmente, alcanzando una eficiencia del 22.1%¹.

El objetivo de este trabajo es sustituir la película de CdS por ZnS en el arreglo para celdas solares.

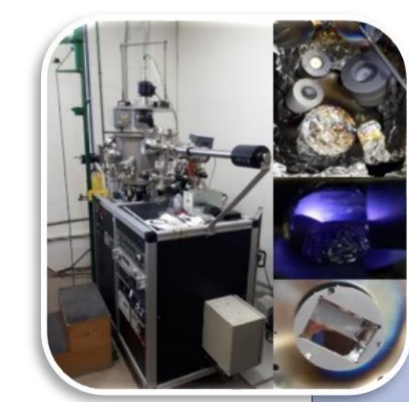


DESARROLLO EXPERIMENTAL



1. Deposición de CdS y ZnS por baño químico sobre vidrio/ITO

- Para el CdS:**
- Cloruro de cadmio 0.05 M
 - Citrato de sodio 0.5 M
 - Hidróxido de potasio 0.5 M
 - Tiourea 0.5 M
 - 15 min deposición a 70 °C
- Para el ZnS:**
- Acetato de zinc 0.2 M
 - Citrato de sodio 0.2 M
 - Tiourea 0.5 M
 - 3 horas de deposición a 90 °C



2. Deposición CdTe/ITO/ZnO por erosión catódica

Sistema V3 de Intercovamex
Fuente: RF/RF/DC pulsado
Potencia: 40/35/35 W
Temperatura: 67/100/95 °C
Tiempo deposición: 50/30/20 min



3. Caracterización

Morfología: Microscopía Electrónica de Barrido (JEOL JSM-7401F), Microscopía Electrónica de Transmisión (Philips CM-200), Difracción de rayos X de haz rasante (Panalytical XpertPro).
Propiedades ópticas: Espectroscopía UV-VIS (Cary 5000)
Propiedades eléctricas: Efecto Hall (EGK HEM 2000)

RESULTADOS

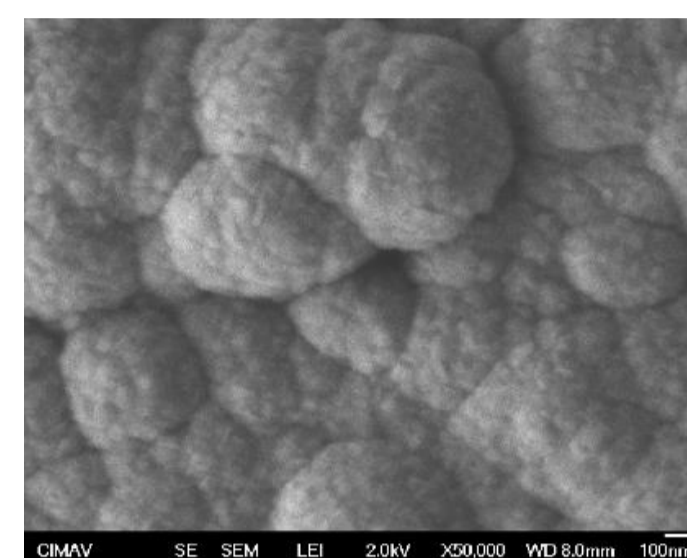


Figura 1. Morfología general superficial de la celda vidrio/ITO/ZnS/CdTe/ITO/ZnO1

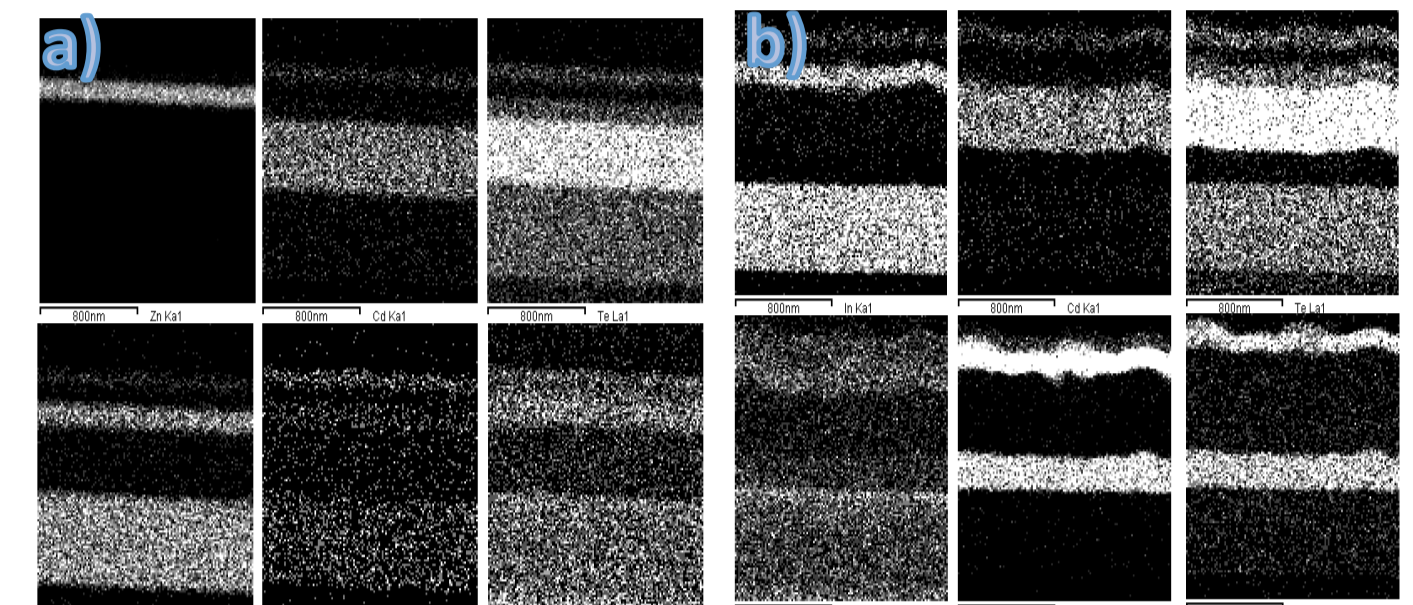


Figura 2. Mapeo obtenido mediante TEM; a) CdS/CdTe1, b) ZnS/CdTe1.

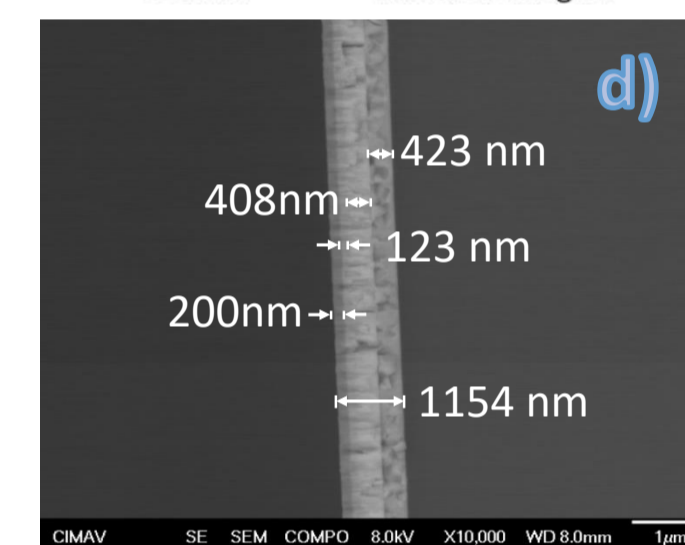
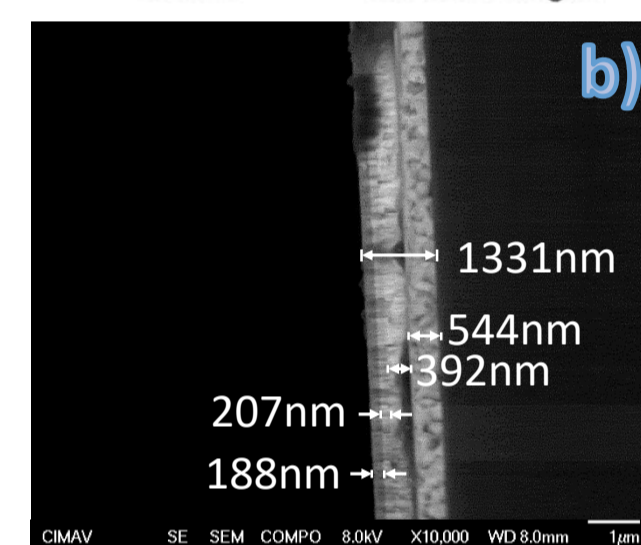
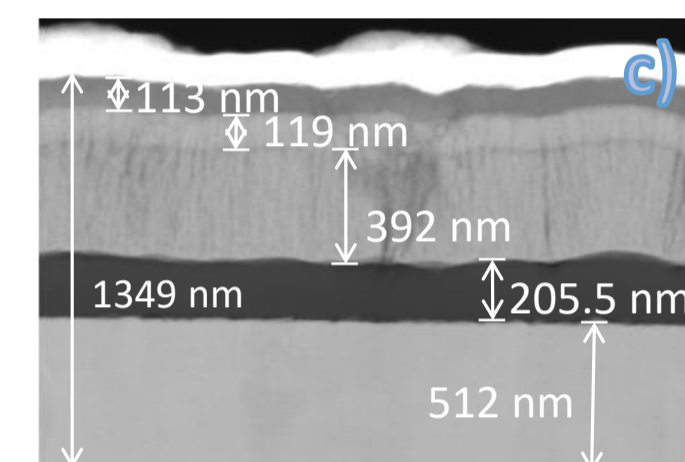
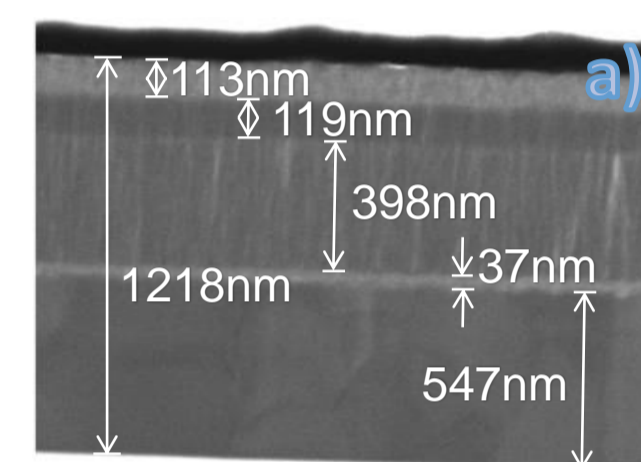


Figura 3. Espesor de las películas nanométricas; a) CdS/CdTe1, b) CdS/CdTe2, c) ZnS/CdTe1, d) ZnS/CdTe2.

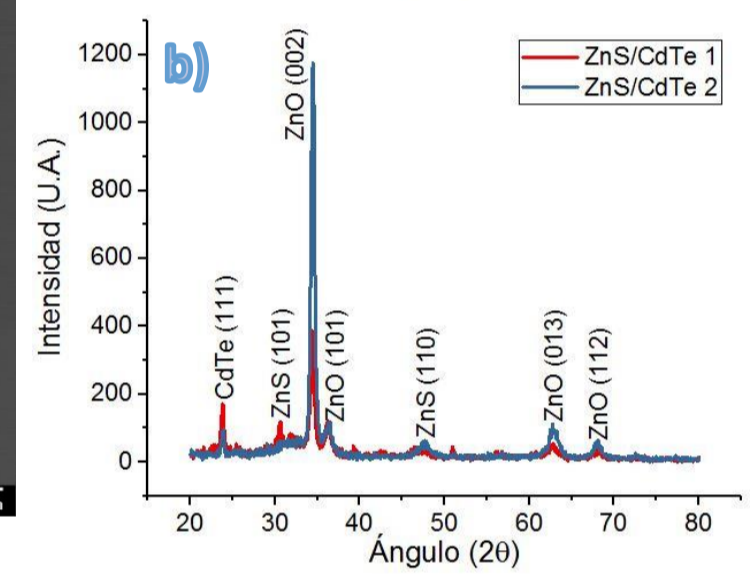
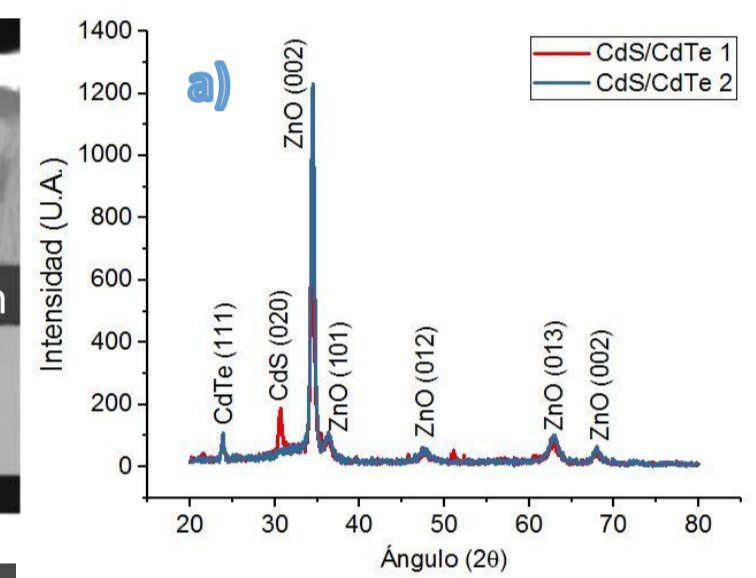


Figura 4. Patrones de DRX; a) CdS/CdTe 1-2, b) ZnS/CdTe 1-2.

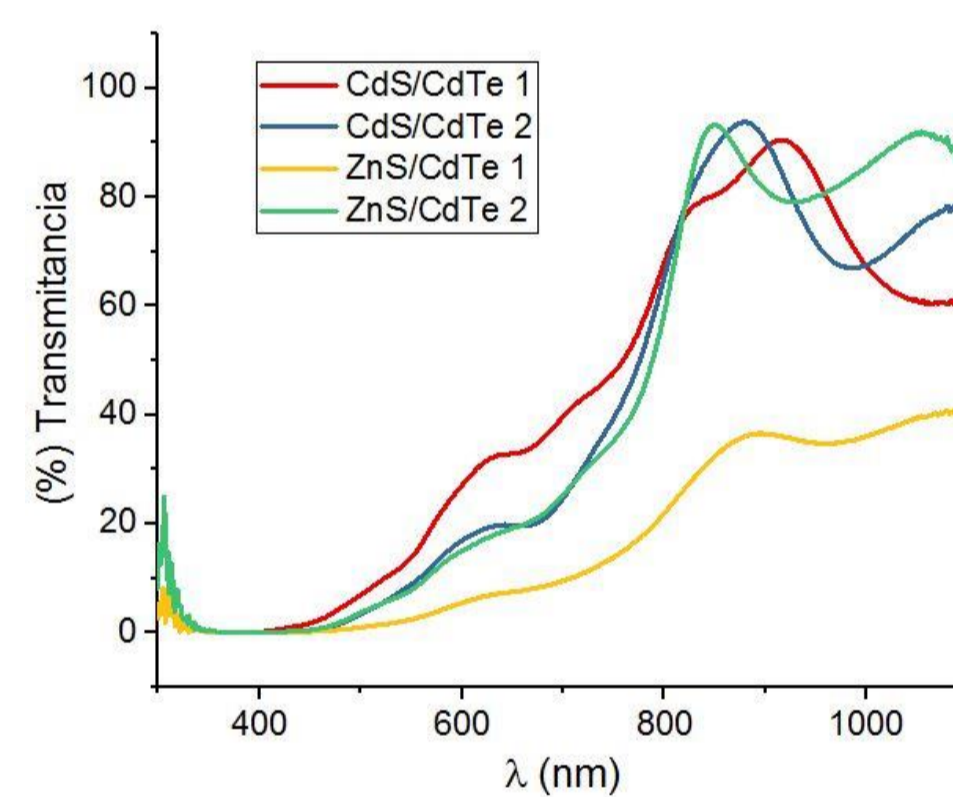


Figura 5. Gráfica del % T de las celdas solares.

Película	Band Gap (eV, @300K)		
	Experimental	Teórico ¹	
CdS/CdTe1	ITO	3.51	3.5 a 4
	ZnO	3.25	3.35
	CdS	2.42	2.42
	CdTe	1.55	1.56
ZnS/CdTe1	ITO	3.51	3.5 a 4
	ZnO	3.09	3.35
	ZnS	3.85	3.68
	CdTe	1.52	1.56

Tabla 1. Valores de energía de band gap.

Celda	RESISTIVIDAD (Ω·cm)	CONDUCTIVIDAD (1/Ω·cm)	I _{sc} (A)	V _{oc} (V)	Tamaño de cristal (nm)	Fase	Reflexión
CdS/CdTe1	3.53E-03	283.22	2.318E-05	9.00E-03	19.94	Hexagonal	0 0 2
CdS/CdTe2	4.56E-03	219.31	3.98E-06	-7.55E-04	25.87	Hexagonal	0 0 2
ZnS/CdTe1	2.18E-03	458.46	1.87E-07	-3.89E-04	19.94	Hexagonal	0 0 2
ZnS/CdTe2	6.13E-03	163.12	-1.86E-07	-8.47E-04	19.94	Hexagonal	0 0 2

Tabla 2. Comportamiento eléctrico de las celdas bajo una incidencia de luz de 198W/m² en un área de 0.825cm² y morfología cristalina de la capa de ZnO.

CONCLUSIONES

Se sustituyó la película de CdS por una de ZnS; el espesor del ZnS fue de 205 nm con 3 horas de depósito mediante baño químico a 90 °C; para la celda ZnS/CdTe1 con un espesor total de 1349 nm se obtuvo una conductividad por efecto Hall de 458.46 Ω⁻¹cm⁻¹. Debido a que los voltímetros y amperímetros no tienen la sensibilidad para rangos de 10⁻⁶ A y V, no fue posible llevar a cabo la obtención de las curvas I vs V y la determinación de eficiencia de la celda.

REFERENCIAS

¹Bosio, A., Rosa, G., & Romeo, N. (2018). Past, present and future of the thin film CdTe/CdS solar cells. *Solar Energy*. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2018.01.018>

AGRADECIMIENTOS

A los técnicos Wilber Antúnez, Carlos Ornelas y Oscar Solís por su apoyo en el los microscopios.

