

## Resumen de tesis

El objetivo de esta tesis es la síntesis de películas delgadas de SnS utilizando técnicas de bajo coste con el fin de fabricar células solares con alta eficiencia.

Nuestra contribución radica en estudiar nuevos materiales susceptibles de ser utilizados para aplicaciones fotovoltaicas, y que puedan ser preparados con técnicas de bajo coste como la técnica de Pyrolysis de Spray Químico (CSP) y caracterizar algunos materiales elegidos para este fin que ha sido el Sulfuro de Estaño (SnS).

Se han fabricado células solares a partir de la disposición de capas: Mo / SnS / Tampón / i-ZnO / ZnO: Al / Al / Metal.

Las capas de buffer serían: In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> o CdS.

En la primera etapa hemos procedido a la optimización de los parámetros de deposición de películas delgadas de SnS usando la técnica de la Piolisis de Spray Químico.

- Variación de la relación [S] / [Sn].

- Variación de la temperatura Ts del sustrato.

- Variación de la naturaleza del sustrato utilizando sustrato como: vidrio simple, óxido de estaño de indio (ITO) y vidrio recubierto de molibdeno.

Las fuentes de productos químicos y disolventes utilizados son:

- Cloruro de dihidrato dihidratado ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) para Tin (Sn).

- Thiourea ( $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ ) para azufre (S).

- Agua destilada como disolvente de la solución.

- Ethanol (10% de 50mL) con el fin de reducir la tensión superficial del agua que es 72Nm<sup>-1</sup>, para permitir la dispersión de la solución depositada sobre el sustrato fácilmente.

En una segunda etapa se han dopado películas delgadas de SnS con algún elemento en la tabla de Mendeleiev para modificar las propiedades físicas y químicas de las películas. Los elementos químicos utilizados son: Plata (Ag<sup>+</sup>), Aluminio (Al<sup>3+</sup>), Hierro (Fe<sup>2+</sup>), Cobre (Cu<sup>2+</sup>) y Antimonio (Sb<sup>3+</sup>) como fuente de nitrato de plata (AgNO<sub>3</sub>), Cloruro de aluminio (AlCl<sub>3</sub>) (FeCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O), Cloruro de Cobre (CuCl<sub>2</sub>) y Cloruro de Antimonio (SbCl<sub>3</sub>).

Se han utilizado varias técnicas de caracterización:

- Difracción de rayos X (XRD) para la estructura de las películas y cristalinidad

- Raman Spectroscopy para la calidad de las películas

- Microscopía electrónica de barrido (SEM) para morfología superficial

- Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) para topografía de superficie  
Análisis dispersivo de energía de rayos X (EDAX) adjunto a SEM para la composición de la película

-Espectrofotometría para la transmisión y la medición de la banda de energía utilizando la trama de Tauc

- Técnica de punta-sonda para medición de resistividad con dopado SnS

-Mott-Schottky para determinar el tipo de semiconductor y la concentración de portadores

Los principales resultados obtenidos en esta tesis pueden resumirse como sigue:

-Las películas delgadas mono-sulfuro (SnS) deben depositarse sobre un sustrato de vidrio con  $[S] / [Sn]$  igual a una (1) y la temperatura del sustrato igual a  $350^{\circ} C$  para obtener películas densas, bien cubiertas y homogéneas sin agujeros y grietas. Distancia entre la boquilla al sustrato 25 cm, volumen pulverizado 5 ml, presión de aire 0,7 bar y velocidad de pulverización de 1,5 ml / min.

-Para películas dopadas por Plata y Aluminio, todas las películas son estructura ortorrómbica con (111) como pico principal. La intensidad del pico principal aumenta cuando el porcentaje de elemento dopante aumenta en la solución inicial sin ninguna fase secundaria para el dopaje con Al y con  $Ag_8SnS_6$  y Ag para el dopaje Ag. El análisis de SEM y AFM demuestra que el elemento dopante Ag no tiene efecto en la morfología y la topografía mientras que el dopaje Al actúa sobre la morfología superficial produciendo una morfología que presenta muchos agujeros para muestras dopadas de 3% a 7%. EDAX destaca un aumento de Ag en películas cuando la cantidad de Ag aumenta en la solución con  $S / Sn \approx 0,98$  cerca de 1 al 5% de porcentaje de dopado de Ag donde como para el dopaje EDAX destaca la mejora de la estequiometría con un aumento del porcentaje de Al Atómica en películas cuando la concentración de Al aumenta en la solución inicial con  $S / Sn = 0,99$  al 10%. La medición de la separación de bandas eléctricas y de energía muestra una disminución de la resistividad con porcentajes de Ag y Al aumentando en la solución para alcanzar una resistividad relativamente baja de  $108\Omega.cm$  y  $170\Omega.cm$  a 10, respectivamente y un aumento de la banda de energía cuando el Ag y Al doping Elemento en la solución con 1.66eV y 1.70eV para SnS dopado por Ag y SnS dopado por Al, respectivamente.