

TÍTULO DEL PROYECTO

Influencia de la temperatura de síntesis de la película de CdTe sobre la transmitancia óptica en la heteroestructura Vidrio-SnO₂-CdTe

SIGLAS

SNO₂-CDT

TIPO DE PROYECTO

Basica

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Nanomateriales

DURACIÓN ESTIMADA

Fecha de inicio: 30/03/2016 Fecha de término: 30/03/2017

PARTICIPANTES

- TIRAVANTTI CONSTANTINO JULIO CESAR (COORDINADOR(INV. PRINCIPAL)) — 000115703
- ANGELATS SILVA, LUIS MANUEL (INVESTIGADOR) — 000000295
- LEON LEON HENRY EDUARDO (TECNICO) — 000119097

INSTITUCIÓN O LUGAR A EJECUCARSE

- UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUIJILLO (LABORATORIO DE FÍSICA DE MATERIALES Y NANOTECNOLOGÍA)
- UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO - UPAO (Laboratorio Multidisciplinario UPAO)

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La energía solar como recurso energético renovable, está constituido por la porción de radiación (infrarroja, luz visible y ultravioleta) que emite el sol y llega a la tierra. El espectro de radiación nos da una idea de cuantos fotones por longitud de onda están incidiendo sobre la superficie terrestre en la unidad de tiempo, siendo estos fotones los que serán absorbidos por el semiconductor creándose los pares electrón hueco, que generaran la corriente eléctrica en la celda solar. (Ximelo G, 2006).

En tal sentido, este trabajo trata de caracterizar los parámetros ópticos estructurales y morfológicos de dos capas finas, una conductora y otra semiconductor, que constituyen parte de una celda solar. Se puede usar en paneles solares para producir energía eléctrica a gran escala, es decir en grandes centrales fotovoltaicas que se conecten a los sistemas de suministro de energía eléctrica o en forma individual en lugares muy apartados

II. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En estos últimos años, las películas delgadas policristalinas basadas en el semiconductor CdS/CdTe vienen tomando cada vez importancia debido a su rol importante en la tecnología fotovoltaica y de dispositivos optoelectrónicos. Así por ejemplo, se ha reportado que estas películas son consideradas como patrones o bases de diversos tipos de celdas solares basadas en películas delgadas, tales como Cu_2S , CuInSe_2 y CdTe ; específicamente, en celdas solares de CdTe/CdS con eficiencia cerca de 16% (Fitosaz. A, 2004).

Además, debido a que este semiconductor CdTe tienen una banda prohibida de 1.43 eV cuando la síntesis se realiza por encima de 80 °C, además si se realiza un recocido a una temperatura que no produzca cambio de fase del material, el ancho de banda prohibido varía ligeramente. Disminuyendo a medida que se aumenta la temperatura de recocido su estructura es sin blanda (cúbica centrada en las caras ccc) son también considerados como potenciales aplicaciones en dispositivos piezoeléctricos y emisores de luz láser (Hadjeris L, 2009). Para una celda solar del tipo CdS/CdTe , deben tomarse en cuenta ciertas consideraciones. Por ejemplo, si requerimos que la radiación solar llegue hasta la película de CdTe , el semiconductor CdS debe comportarse como una “ventana” con la mayor transmitancia posible (bajo coeficiente de absorción) y con una banda prohibida mayor a 2.4 eV. También es necesario que tenga buena fotoconductividad (baja resistividad), alta concentración y baja recombinación de los portadores de carga, además de buen acople reticular con el CdTe (Mahdi. M, 2009). La capa CdS fue optimizada en un trabajo anterior, faltando la capa CdTe para completar el estudio y estar en condiciones de producir un prototipo de celda solar del tipo: vidrio- SnO_2 -F- CdS - CdTe -Au.

III. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO (IMPORTANCIA, BENEFICIARIOS, RESULTADOS ESPERADOS)

Las películas delgadas producidas por electrodeposición ofrecen la importante ventaja de ser más accesible y de bajo costo ya que no se desperdicia material, además se puede llevar a la industria de forma inmediata por todos esos motivos se eligió producir las películas de CdTe por este método (Guillen C, 1999).

La temperatura de síntesis durante la electrodeposición es un parámetro muy importante, que trae como resultado la mayor eficiencia; si cumple con la estructura cristalina adecuada, el espesor de la capa fina, y la absorbancia de los fotoelectrones necesarios para la producción de pares electrón-hueco. El CdTe es el material semiconductor de propiedades optoelectrónicas más adecuadas para la conversión fotovoltaica, su ancho de banda ($\text{Bandgap} = E_g$) de 1.45 eV y su coeficiente de absorción de $6 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ para $\lambda = 600 \text{ nm}$ hacen posible la utilización del CdTe como película delgada, lo que lo hace un fuerte candidato para las tecnologías de elaboración de dispositivos fotovoltaicos de bajo costo (Di Lalla, 2003)

Puesto que el material semiconductor sólo puede absorber la porción de energía mayor que su

"bandgap" (E_g), los fotones con energía menor que E_g no son utilizados. El número de fotones capaces de generar pares electrón-hueco se obtiene integrando la curva de la figura 2.1 desde E_g del semiconductor hasta el máximo de energía.

Además siendo de suma importancia la estructura cristalina del CdTe, para ser usado como parte de una celda solar por lo que se evaluará el efecto de la temperatura de síntesis sobre la estructura cristalina del CdTe. También existen otros parámetros que son importantes para el depósito de las películas como por ejemplo el PH, el cual se debe lograr mantener constante.

Figura 2.1. Distribución espectral de la luz solar: se muestran los casos con masa de aire cero (AM 0) y con masa de aire 1.5 (AM 1.5). (Guillen. C). Ver anexo 1

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Producir y caracterizar heteroestructuras de SnO_2 -CdTe por el método electroquímico a diferentes temperaturas de síntesis.

Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de la temperatura de síntesis sobre la transmitancia óptica de la capa del sistema CdTe- SnO_2 -vidrio, sintetizada

por método electroquímico.

- Evaluar el efecto de la temperatura de síntesis sobre la estructura cristalina de películas delgadas de CdTe, crecidas sobre sustratos de vidrio- SnO_2

por método electroquímico.

V. MARCO TEÓRICO

El telurio de cadmio es el material absorbente en una celda solar, del tipo hetero-unión CdS/CdTe y ofrecen muy buenos resultados. Con una irradiación de 100 mW/cm^2 (Ortega.M, 1996).

La electrodeposición catódica de compuestos binarios metálicos o semiconductores ha sido estudiada teóricamente por Kroger, quien realizó su estudio sobre las bases termodinámicas de codeposición y la naturaleza de las especies que determinan el potencial.

Un concepto muy importante en el modelo Kroger es el de QRP (quasi rest potentials) que se define como el potencial del depósito relativo al electrolito donde las actividades de las especies determinantes sean las de la interfase sólido-electrolito durante la deposición. El equilibrio del depósito con el volumen del electrolito suele causar un marcado cambio en la composición superficial del depósito, cambiando el QRP a un potencial "rest".

Los QRP son importantes para caracterizar el depósito. Para calcularlos hay que considerar cuatro factores:

- i) los potenciales de equilibrio de los componentes.
- ii) la interacción de los componentes cuando forman el compuesto, esta interacción hace que la actividad de los componentes en el depósito dependa de la composición exacta del depósito.
- ii) las actividades de las especies iónicas en el electrolito, en la interface solido electrolito durante la deposición.
- iv) la magnitud relativa de las corrientes de intercambio de los componentes en el depósito.

Las reacciones de electrodo y los correspondientes potenciales de electrodo en equilibrio se puede escribir de la forma. VER ANEXO 2

VI. HIPÓTESIS

H_1 = A medida que se incrementa la temperatura de síntesis, la transmitancia aumenta y mejora la cristalinidad de la película de CdTe.

H_0 = El incremento de la temperatura entre 60 y 90 °C durante la síntesis no afecta la estructura cristalina ni el ancho de banda de energía prohibida (band gap) de película de CdTe.

H_2 = Si la temperatura de síntesis de la electrodeposición está por debajo de 75 °C las películas de CdTe son de estructura hexagonal. Y por encima de 75°C hasta 90 °C son de estructura cúbica.

H_0 = Si la temperatura de la solución química de síntesis está por debajo de 75 °C las películas de CdTe no son de estructura hexagonal. Y por encima de 75°C hasta 90 °C no son de estructura cúbica.

VII. METODOLOGÍA

7.1 Diseño de investigación:

El tipo de investigación de acuerdo a la orientación es aplicada y de acuerdo a la técnica de contrastación es experimental. Para contrastar las hipótesis se usará el diseño de investigación experimental

Material y equipo.

- Espectrofotómetro Analytik Jena (190 - 1100 nm) (LABINM-UPAO)
- Balanza analítica $\pm 0.1\text{mg}$
- Hot plate con agitación magnética (25°C - 500°C)
- Horno Mufla con sistema de control de temperatura.
- Equipo de limpieza por ultrasonido (Sonicador). Vol. 0.2 L
- Set de frascos de vidrio pyrex
- Multímetro digital Keithley modelo
- Termómetro digital

Métodos y técnicas:

Síntesis de las películas de SnO_2

La síntesis de las películas de SnO_2 se llevarán a cabo mediante la técnica de spray pyrolysis a la temperatura de sustrato (vidrio) $280^\circ\text{C} \pm 05^\circ\text{C}$, para lo cual se prepara una solución precursora basado en Cloruro de estaño dihidratado $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en metanol CH_3OH a una concentración de 0.2 M. la cantidad en gramos necesarios para 0.2 M y 100 mL es 4.4894 g. (Angelats L. 2013).

Síntesis de películas delgadas de CdTe por Electrodeposición

Una vez obtenido el sistema vidrio película SnO_2 el cual servirá como sustrato para el depósito de CdTe por el método de electrodeposición (ED).

Elegido el potencial de trabajo este se mantendrá constante es decir la electrodeposición se llevara a cabo en el método potencioestático.

Preparada la solución de sales de telurio y cadmio en la proporciones adecuadas, y manteniendo

la agitación y la temperatura de plato (Hot-plate) que proporciona la temperatura a la cual se llevara a cabo las distintas muestras, se inicia el proceso de deposición.

Obtención de los espectros de Transmitancia y cálculo de la banda prohibida:

La Transmitancia óptica se determinará mediante un espectrofotómetro UV – Vis, Analytik Jena (190 - 1100 nm). Se evaluará tanto en el rango ultravioleta, así como en el rango visible, relacionando con la temperatura de síntesis (60-90 °C).

Caracterización estructural

Para la caracterización estructural se usará un Difractómetro de rayos X ECO ADVANCE-BRUKER (Laboratorio de Investigación Multidisciplinaria – LABINM, de la Universidad Privada Antenor Orrego), el cual posee un sistema de potencia de difracción conteniendo un tubo de rayos X de Cu-K ($\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$), voltaje de salida de 40 KV y corriente de 40 mA. Los barridos serán con ángulos de 2θ , con valores entre 15 y 70°, con un paso típico de alrededor de 0.04 °

Para la identificación de la fase de la estructura cristalina de las películas de CdTe, se compararán los datos del difractograma obtenido con la base de datos PDF-2015. La distancia interplanar y otros parámetros estructurales se determina usando las ec. 9 y 10.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Angelats S.L, (2013). Efecto de la temperatura de síntesis por spray pyrolysis de nanorods de ZnO sobre su estructura y absorción óptica. (Tesis Doctoral), Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Di Lalla N. (2003). Estudio del crecimiento de películas de CdTe para conversión fotovoltaica. Dpto CAC CNEA.

F. Gomez. (2011) Diseño y construcción de un potencióstato para procesos de síntesis de materiales usando electrodeposición química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

Feitosaz. A, Miranday. M, Sasakiy. J y Araujo. M, 2004 ; *Brazilian Journal of Physics*, vol. 34, no. 2B.

Chng. R. Fisicoquímica con aplicaciones, Mexico 1987.

Guerasimov Y. Curso de química física T1 URRS Mir 1971.

Guillen C, (1999). Estudio de láminas delgadas de CdTe y Hg-CdTe por Electrodeposición.

Gordillo.G , 1995 ; Solar Energy Materiales Vol. 37 (1995) p. 273-281

Hadjeris. L, Herissi. L, Assouar. M, 2009; *Semicond.Sci.Technol.* 24, 035006.

Hai-Ning. C, Costa. M V. Teixeira y Jun Zhang, 2006; *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Photoenergy* , Article ID 24916, Pag 1–4.

Kiran. Ch, Nguyen.T, Soon-Gil.Y y Eui-Tae. K; Agency for Defence Development, Daejeon 305

Mahdi. M ,Kasem.S, Hassen, J Swadi. AAni.A ; Int. J. 2009; *Nanoelectronics and Materials* 2 163-172.

Mendoza. R; *Desarrollo de celdas solares prototipo de CdTe con CdS procesado por baño químico*, Tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional, México D. F

Morales. A, 2006; Solar Energy Materiales & Solar Cell 90 2213-2220.

Morales. A, 1996; “Estudio de las propiedades Físicas de películas policristalinas de CdO depositadas por Baño Químico” Rev. Mexicana de Física N° 42.

Pérez G. A Valeriano. A , 2007 ; *Revista Mexicana de Física*, 54(2) 112-117.

Ximello. J, 2006; Properties of CdS thin films grown by CBD as a function of thiourea concentration, Solar Energy Materials & Solar Cells 90 (2006) 727.

Zelaya. A, 1994; Análisis de Reacciones en la transición de CdS (semiconductor) a CdCO_3 (aislante)

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	INICIO	FIN
Recolección de Información	30/03/2016	30/05/2016
Informe Parcial del Proyecto	30/03/2016	30/10/2016
Compra de materiales e insumos	30/05/2016	29/07/2016
Preparación de sustratos Vidrio-SnO ₂	30/07/2016	30/08/2016
Caracterización óptica y estructural de los sustratos	30/08/2016	30/10/2016
Informe Final del Proyecto	30/10/2016	30/03/2017
Electrodeposición del CdTe - caracterización	31/10/2016	30/12/2016
Redacción del artículo científico	31/12/2016	30/03/2017

PRESUPUESTO

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO_UNITARIO	PRECIO_PARCIAL
CONSULTOR	1 UNI	2000	2000
REACTIVOS E INSUMOS	100 UNI	3.60	360
Análisis en Laboratorio Externo	10 P01	330	3300
HOSPEDAJE	10 UNI	50	500
MATERIAL DE VIDRIO	1 UNI	50	50
TRANSPORTE NACIONAL	20 UNI	50	1000
Celda Electroquímica	1 UNI	1500	1500
REACTIVOS E INSUMOS	4 UNI	60	240
REACTIVOS E INSUMOS	1 UNI	250	250
TRANSPORTE NACIONAL	4 UNI	100	400
Equipo de Soldadura	1 UNI	1500	1500
REACTIVOS E INSUMOS	5 UNI	10	50
REACTIVOS E INSUMOS	100 UNI	2.50	250
REACTIVOS E INSUMOS	1 UNI	35	35
REACTIVOS E INSUMOS	1 UNI	15	15
REACTIVOS E INSUMOS	4 UNI	60	240
REACTIVOS E INSUMOS	100 UNI	4	400
REACTIVOS E INSUMOS	100 UNI	3.20	320
TRANSPORTE NACIONAL	4 UNI	60	240
ALIMENTACION	12 UNI	100	1200
REACTIVOS E INSUMOS	1 UNI	15	15
REACTIVOS E INSUMOS	5 UNI	3	15
REACTIVOS E INSUMOS	,5 UNI	400	200
REACTIVOS E INSUMOS	100 UNI	4	400

Total 14480