

AVANCES EN LA ELABORACION DE CELDAS SOLARES DE PELICULAS DELGADAS DE CdTe/CdS

N. Di Lalla *

dilalla@cnea.edu.ar

LABORATORIO DE MATERIALES PARA CONVERSION DE ENERGIA

DEPARTAMENTO DE MATERIALES

CAC - CNEA

Av. Libertador 8250 FAX:754-2644

* CONICET

RESUMEN

En el presente trabajo se describe el proceso de elaboración de películas delgadas para celdas solares de CdS/CdTe. Este tipo de celdas consiste en una estructura de óxido conductor transparente/ CdS/ CdTe/ Au depositada sobre sustratos de vidrio.

Los films de óxido conductor transparente (TCO) han sido depositados en nuestro laboratorio a partir de reactivos de grado analítico por el método de "spray pyrolysis". Se eligió como contacto frontal al SnO₂ dopado con flúor (FTO).

Las películas de CdS fueron crecidas por evaporación en vacío.

Los films de CdTe de espesor 1.5 μm fueron catódicamente depositados sobre las capas de CdS. El electrolito consistió en una solución acuosa de CdSO₄ a la que se inyectó una concentración de iones HTeO₂⁺ luego de electropurificar la solución. Se muestran los espectros que caracterizan las estructuras cristalinas.

INTRODUCCION

Las celdas solares de películas delgadas presentan numerosas ventajas en aplicaciones terrestres comparadas con los dispositivos convencionales de silicio monocristalino. Su fabricación a partir de tecnologías de bajo costo, su fácil transferencia a escala industrial y la menor contaminación ambiental asociada a su producción⁽¹⁾ han conducido a que gran parte de las industrias de tecnología solar hayan incrementado los presupuestos destinados al desarrollo de estos dispositivos.

Las celdas de película delgada de CdTe están basadas en una heterojuntura CdS/CdTe, depositada sobre un sustrato de vidrio previo depósito de una película de óxido conductor transparente (TCO) que sirve de contacto frontal. El dispositivo se completa mediante la deposición de un contacto posterior, generalmente formado por pasta de grafito o una película metálica delgada.

Las películas de CdS y CdTe son generalmente depositadas mediante diferentes técnicas ("screen printing", electrodeposición, CSS, depósitos por baño químico, evaporación en vacío, PVD, "spray pyrolysis", etc.).

En el presente trabajo, las películas de SnO₂ dopado con flúor (FTO) han sido depositadas por "spray pyrolysis".

Los films de CdS han sido depositados por evaporación en vacío, sobre las capas de FTO.

Debido a la baja inversión en equipamiento necesaria y a la posibilidad de obtener películas de estequiometría controlada y alta uniformidad, se eligió como técnica de crecimiento de películas de CdTe la deposición catódica a partir de electrolito acuoso.

DEPOSITO DE MULTICAPAS

OXIDO CONDUCTOR TRANSPARENTE

Se depositaron films de SnO₂:F mediante "spray pyrolysis" a partir de una solución de SnCl₄, NH₄F y HCl en una mezcla de solventes compuesta por C₂H₅OH y H₂O. Todas las drogas utilizadas son de grado analítico. La resistividad del agua utilizada ha sido de 3 a 5 MΩcm. La temperatura de deposición fue de 400 °C y se utilizó aire como gas de arrastre para una niebla producida por US (1.7 MHz). El espesor de las películas fue medido *in situ* mediante la observación de colores de interferencia producidos sobre una oblea de silicio. La resistividad de los films obtenidos fue de 2 a 5 x 10⁻⁴ Ωcm, su espesor de aproximadamente 0.3 μm y la transmitancia de 80% (λ = 600nm). La Fig.1 muestra el espectro XRD de las mismas.

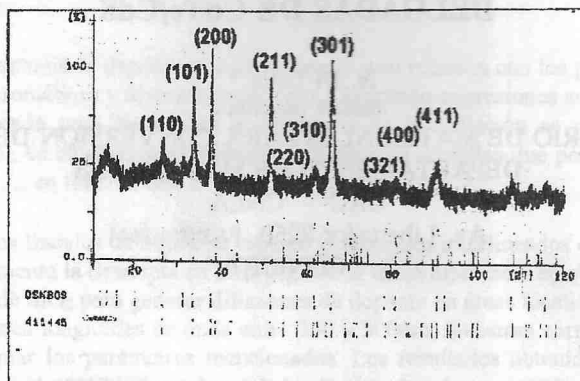


Fig.1. Patrón de XRD de una película de SnO₂:F sobre vidrio a 425°C

CAPA VENTANA

Se utilizó el CdS como capa ventana. Los depósitos fueron realizados mediante evaporación en vacío, sobre sustrato caliente a $T=350\text{ }^{\circ}\text{C}$. Las películas depositadas mostraron muy buena adherencia y uniformidad. La estructura cristalina fue caracterizada por XRD, mostrando los picos característicos, Fig.2.

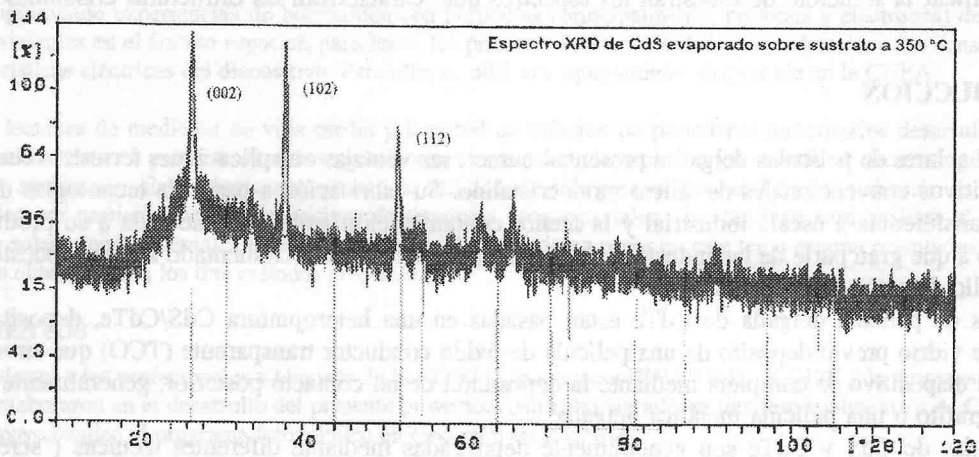


FIG.2 ESPECTRO XRD CdS

DEPOSITO DEL ABSORBENTE

Se depositaron películas de CdTe por electrodeposición catódica a partir de un electrolito compuesto por CdSO₄·8/3H₂O. La técnica fue introducida por Panicker, Knaster y Kroger⁽³⁾ y utilizado con modificaciones por varios autores⁽⁴⁻⁶⁾. En el presente trabajo se utilizaron como ánodos: Te 6N y grafito de calidad espectroscópica. La solución fue electropurificada durante 12 hs antes de inyectar 160 ppm de iones teluril (HTeO₂⁺) a partir del ánodo de Te. Se utilizó con este fin un cátodo de Hg y la corriente fue determinada (25 mA) siguiendo los métodos descritos en la literatura⁽⁴⁾. La temperatura de la solución fue regulada en 85 °C y el pH ajustado a 1.9 mediante adición de H₂SO₄. El potencial de deposición utilizado para CdTe fue de -0.540 V con respecto al SCE.

La velocidad de crecimiento se halla determinada mayoritariamente por la difusión de iones teluril en la solución. La agitación de la solución asume, por consiguiente, un papel importante en la cinética del crecimiento y la calidad de las películas depositadas. Mediante un agitador magnético con una velocidad de rotación de alrededor de 30 rpm se logró una agitación moderada y uniforme. El espesor de las películas depositadas fue de 1 a 1.5 μm. El espectro de XRD (Fig.3) muestra cristales con estructura cúbica con orientación preferencial a lo largo del eje (111). La composición superficial de las películas luego de un tratamiento térmico obtenida mediante XPS muestra una composición de porcentaje atómico 42.7:57.3 para Cd y Te respectivamente (Fig.4).

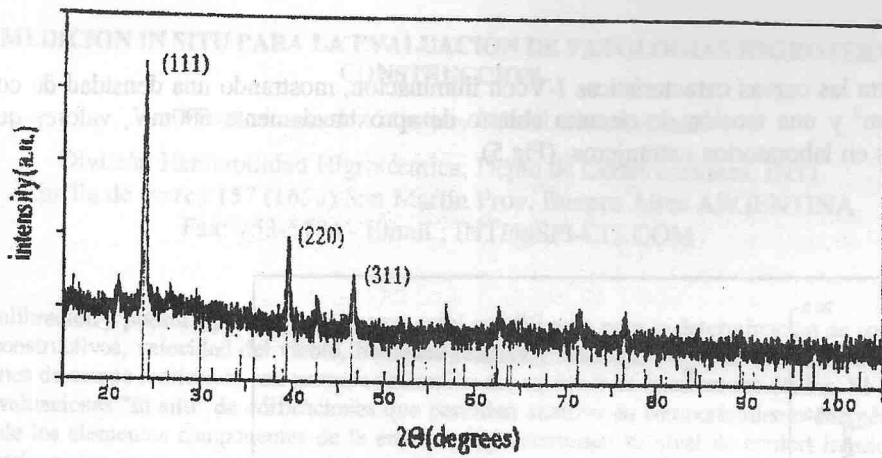


Fig.3. Patrón de XRD de una película de CdTe electrodepositada catódicamente a partir de una solución 0.5 M de Cd^{2+} , con tratamiento térmico a 400°C.

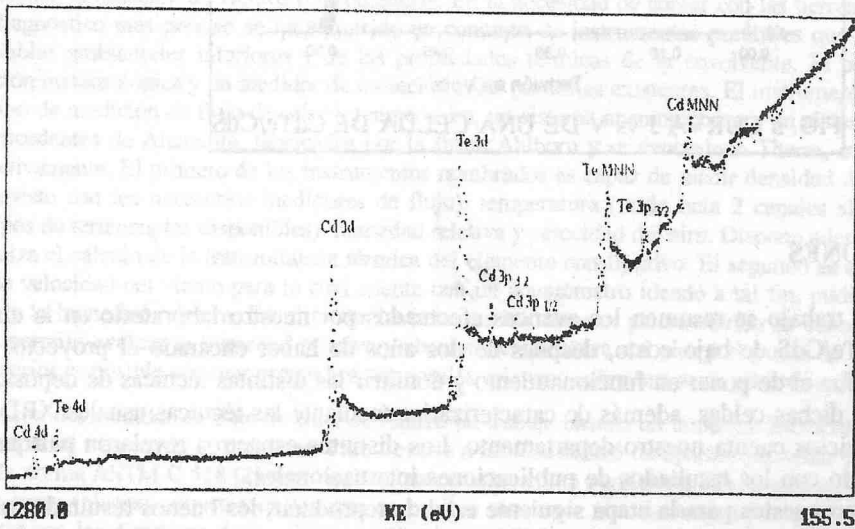


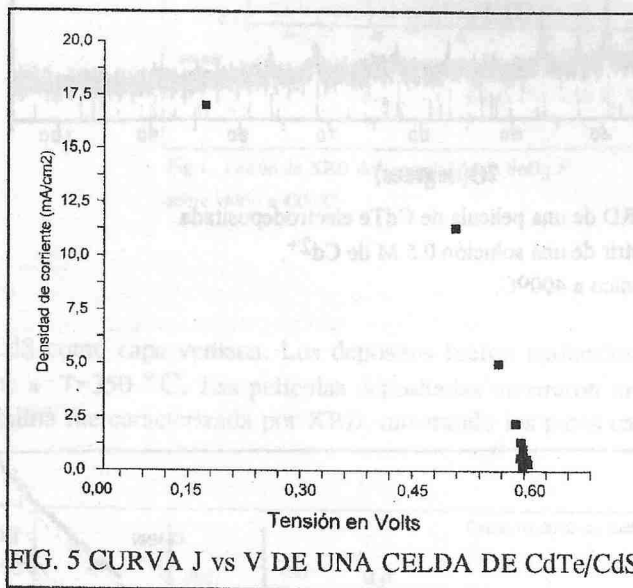
Fig. 4. Espectro XPS de un film de CdTe después de un "sputtering" con Ar^+ de 50 Å.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y ATAQUES SUPERFICIALES

Luego de depositado el CdTe las muestras fueron mantenidas en vacío (10^{-5} Torr) por varias horas. Luego fue realizada una inmersión en solución saturada de $CdCl_2$ -metanol, con el objetivo de recrystalizar y aumentar el tamaño de grano del CdTe durante el tratamiento térmico ⁽⁷⁾. La temperatura del mismo fue de 400 °C y la duración aproximada fue de 15 minutos.

Se sometió a las muestras a un ataque químico consistente en una solución saturada de $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 y H_2O en partes iguales. Posteriormente se depositó mediante evaporación una capa delgada de Au (300 Å) para formar el contacto posterior.

Se trazaron las curvas características I-V con iluminación, mostrando una densidad de corriente cercana a 18 mA/cm^2 y una tensión de circuito abierto de aproximadamente 600 mV , valores que concuerdan con los obtenidos en laboratorios extranjeros, (Fig.5).



CONCLUSIONES

En el presente trabajo se resumen los avances efectuados por nuestro laboratorio en la elaboración de celdas solares de CdTe/CdS de bajo costo, después de dos años de haber encarado el proyecto. El objetivo en esta primera etapa fue el de poner en funcionamiento y dominar las distintas técnicas de deposición de las películas que componen dichas celdas, además de caracterizarlas mediante las técnicas usuales XRD, XPS, EDAX, etc., con cuyos servicios cuenta nuestro departamento. Los distintos espectros revelaron patrones y estructuras que están de acuerdo con los resultados de publicaciones internacionales.

Los objetivos propuestos para la etapa siguiente es el de reproducir, los buenos resultados obtenidos, a mayores áreas, con el fin de una posible transferencia industrial.

REFERENCIAS

1. A.E. Baumann and R. Hill, Proc. of the Workshop on Mat. Sci. and Phys. of Non-Conventional Energy Sources, B.A., Spt. 1994; Ed. A. Boselli, A. Lamagna and J. Moragues.
2. W. J. Danaher, L. E. Lyons and G. C. Morris, Solar Energy Mater. 12 (1985), 137.
3. M.P.R. Panicker, M. Knaster and F. A. Kroger, J. Electrochem. Soc. 125 (1978), 556.
4. G. C. Morris and S. K. Das, Int. J. Solar Energy 12 (1992), 95.
5. S. K. Das and G. C. Morris, Solar Energy Materials and Solar Cells 28 (1993), 305.
6. J. Barker et al., Int. J. Solar Energy 12 (1992),
7. J.S.Roh, H.B.Mi, Journal of materials science, 23, p.2267-2272 (1988).