

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD CRISTALINA ENTRE OBLEAS DE CdSe MONOCRISTALINO OBTENIDAS POR CVT Y POR HPB

R. D'Elía (1), M.H. Aguirre (2), E. Heredia (1), M.C. Di Stefano (3), J.L.M. Nuñez García (1,3), A. Gerasi (4), A. Tolley (4,5), A.M. Martínez (1,3), E. Cabanillas (6,3), H. Cánepa (1), C. Bojorge (1), A.B. Trigubó (1,3).

(1) UNIDEF, J. B. de La Salle 4397, (1603) V. Martelli, Pcia de Bs As, Argentina. (2) Dpto de Física de la Materia Condensada, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España. (3) IDETQA-FRBA-UTN, Medrano 951, (1179) Bs As, Argentina. (4) CNEA-CAB, Bariloche, (8402) Pcia de Río Negro, Argentina. (5) CONICET, Godoy Cruz 2290, (1425) Bs As, Argentina. (6) Instituto Sabato UNSAM-CNEA, Av Gral Paz 1499, (1650) San Martín, Pcia de Bs As, Argentina.
Email: cbojorge@citedef.gob.ar

El seleniuro de cadmio (CdSe) es un compuesto semiconductor II-VI con un ancho de banda de energía prohibida de 1,67 eV (≈ 300 K) y un alto poder de frenado para la radiación nuclear. Su estructura cristalina es hexagonal (wurtzita) y se lo utiliza en celdas solares, transistores, diodos emisores de luz, dispositivos electroluminiscentes, detectores de radiación nuclear a temperatura ambiente y dispositivos ópticos no lineales [1]. Se lo emplea también como sustrato para el crecimiento epitaxial de HgCdSe [2]. La calidad de los dispositivos que se fabrican con este material depende críticamente de sus propiedades. Tendiente a lograr la máxima eficiencia, nuestro trabajo se focalizó en controlar los procesos físicoquímicos involucrados durante el crecimiento y en optimizar las técnicas de evaluación de la calidad cristalina del material obtenido. Se diseñó y construyó un horno tubular para la obtención de lingotes monocristalinos de CdSe (Figura 1a) mediante el método de Transporte Físico. Se establecieron los perfiles de temperatura y velocidades de crecimiento que permiten obtener la mejor calidad cristalina. El Cd y Se fueron adquiridos en ALFA AESAR (Puratronic), el primero con seis (6) nueves de pureza y el segundo con cinco (5), niveles máximos de pureza obtenibles comercialmente en estos elementos. Como ambos se presentan opacos por su contacto con el oxígeno de la atmósfera, cada uno de ellos fue destilado por separado en vacío dinámico para eliminar los óxidos y aumentar además los niveles de pureza para mejorar las propiedades eléctricas del semiconductor sintetizado. El CdSe policristalino fue sintetizado calentando los constituyentes en una cápsula cerrada de vidrio de sílice de gran pureza, en alto vacío, hasta su punto de fusión utilizando para ello un soplete alimentado con metano, propano y oxígeno. La evaluación de la calidad cristalina se efectuó por revelado químico [3] sobre la superficie basal (0001) hallada en el lingote mediante la técnica de Laue. La densidad de dislocaciones y desorientación entre subgranos contiguos se determinó estadísticamente utilizando micrografías ópticas ó electrónicas de barrido (Figura 2a). En el primer caso se determinó estadísticamente por conteo sobre las micrografías tomadas sobre toda la superficie de las muestras y en el segundo caso aplicando la aproximación de Read Shockley repitiendo las condiciones anteriores (Tabla 1). Se estudió la calidad estructural del material obtenido utilizando microscopía electrónica de transmisión (Figura 3a, Figura 4). Para ello fue necesario adelgazar las muestras mediante desbastado mecánico y adelgazamiento iónico. Se efectuaron idénticos estudios con una oblea monocristalina comercial del mismo material obtenido por High Pressure Bridgman (HPB) (Figura 1b, 2b, 3b). Se compararon los resultados obtenidos (Tabla 1). La calidad cristalina de ambas muestras resultó adecuada para su uso en la fabricación de dispositivos. La aplicación de la técnica de microscopía electrónica de transmisión confirmó estos resultados. Se observa que la densidad de dislocaciones y desorientación angular entre subgranos contiguos en el CdSe Comercial es mayor que en el CdSe UNIDEF. En ambos materiales la estructura cristalina (Figura 3) entre dislocaciones (Figura 2) es excelente. En las muestras consideradas solamente en el CdSe UNIDEF se observó una única dislocación. Estos hechos nos permiten concluir entonces que con ambos materiales pueden hacerse dispositivos.

REFERENCIAS

- [1] Bhargava R., (1997) "Properties of wide bandgap II-VI Semiconductors", (London :INSPEC).
- [2] Korostelin Y.V., Kozlovsky V.I., Nasibov A.S., Shapkin P.V., (1996) "Vapour growth of II-VI solid solution single crystals" *J. Cryst. Growth* 159: 181-185.
- [3] Warekoi E.P., Lavine M.C., Mariano A.N., Gatos H.C., (1962) "Crystallographic Polarity in the II-VI Compounds" *J.*

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CONICET, FRBA-UTN y MINDEF por los subsidios otorgados respectivamente PIP 1122-00901-00355, MAINIBA0002063TC y PIDDEF 020/11 los cuales permitieron realizar este trabajo. También al Centro de Microscopía de la Universidad Complutense de Madrid y al Laboratorio de Microscopía de la Gerencia de Física –CAB-CNEA por permitir el uso de las facilidades para obtener la información que se presenta en el Congreso Argentino de Microscopía –SAMIC 2016.

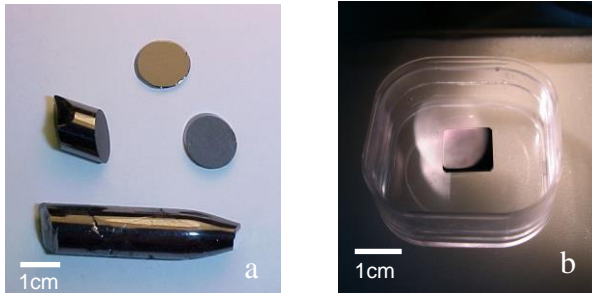


Figura 1: a) Lingote de CdSe UNIDEF y b) Oblea de CdSe comercial.

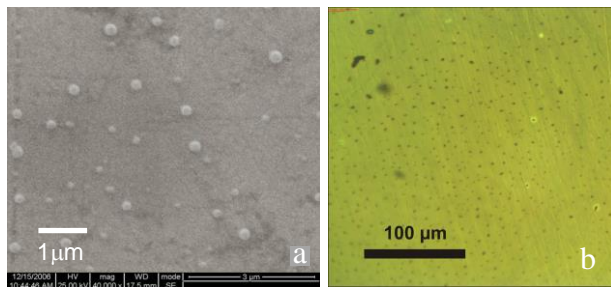


Figura 2: Revelado químico en la superficie basal (0001) de a) CdSe UNIDEF (micrografía MEB) y b) CdSe comercial (micrografía óptica MO)

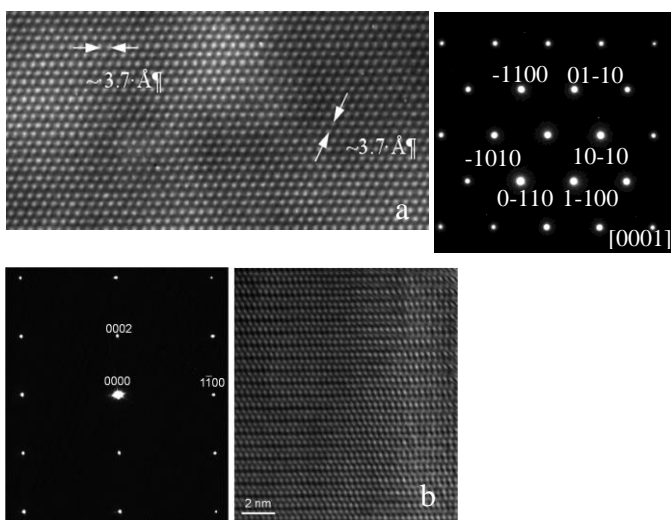


Figura 4: Micrografías de una dislocación basal en CdSe UNIDEF con dirección de giro $\langle 10-10 \rangle$. El diagrama de difracción corresponde al plano de de observación de la micrografía.

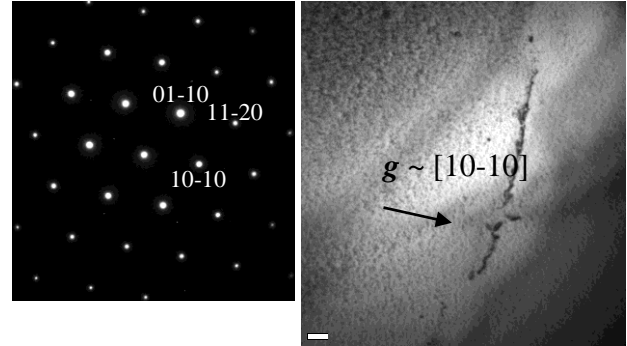


Figura 3: Micrografía HRTEM con el difractograma correspondiente de electrones (TED) en a) CdSe UNIDEF y b) CdSe comercial. En ambos casos se muestra un orden estructural excelente entre dislocaciones reveladas químicamente en ambos casos.

Tabla 1: Densidad de dislocaciones y desorientación angular entre subgranos contiguos del CdSe UNIDEF y comercial.

Material	Solución	$\delta_{\perp}(\text{cm}^{-2})$	ϕ''
CdSe Comercial	30HNO ₃ +0,1HCl+ 10HAc(glacial)+	$5,2 \cdot 10^5$	9
CdSe UNIDEF	20H ₂ SO ₄ (9M)	$1,4 \cdot 10^4$	2