

## COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS POR LAS TÉCNICAS DE GISAXS Y HRTEM DE NANOCRISTALES DE ZnSe PRODUCIDOS POR IMPLANTACIÓN A ALTAS DOSIS

Aguirre Myriam (1), Bojorge Claudia (2), Heredia Eduardo (2), Cánepa Horacio (2), Behar Moni (3), Walsøe de Reca Noemí (2).

(1) Universidad de Zaragoza, España (2) UNIDEF – CITEDEF, Buenos Aires, Argentina, (3) Universidad de Río Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.  
Email: cbojorge@citedef.gob.ar

La implantación iónica a altas dosis es una técnica muy versátil para la fabricación de nanocristales con muy altas densidades en regiones próximas a la superficie, siendo aplicable a una gran variedad de materiales. Esta técnica es también empleada en la encapsulación de nanocristales y *quantum dots*. Por medio de la implantación se produce la supersaturación de una impureza en la zona superficial del material huésped y posteriormente, mediante tratamientos térmicos se provoca la precipitación acompañada de la formación de nanocristales cuando la impureza es insoluble en la matriz [1]. Se implantaron Iones de  $Zn^+$  y  $Se^-$  en una matriz huésped de  $SiO_2$  amorfo, con una dosis de  $10^{16}$  iones /  $cm^2$  para ambos. Se seleccionaron las energías de implantación para cada elemento de modo tal de asegurar la superposición de los perfiles implantados: 220 keV para el cinc y 225 keV para el selenio. Los perfiles generados por la implantación fueron aproximadamente gaussianos, con un rango proyectado de 145 nm (según el software SRIM [2]). Después de la implantación las muestras fueron recocidas a 1000°C durante 8 horas con el fin de formar semiconductores nanocristalinos. Se realizaron difractogramas de Rayos X en Incidencia Rasante, para corroborar la aparición de los nanocristales. Mediante la fórmula de Scherrer se estimó el tamaño de cristalitas resultantes. Utilizando Microscopía Electrónica de Transmisión de Alta Resolución (HRTEM) se obtuvieron micrografías de los perfiles de las muestras y de las partículas (Figura 1.a-b). Se realizó un análisis cuantitativo de las imágenes HRTEM para obtener los tamaños y distribución de profundidades de los nanocristales de ZnSe. La profundidad de las partículas implantadas es muy próxima a los rangos proyectados a la correspondiente energía. Las muestras fueron caracterizadas mediante la técnica Dispersión de Rayos X a bajo ángulo en incidencia rasante (GISAXS) [3]. Las imágenes GISAXS 2D (figura 2.a) fueron analizadas utilizando el programa IsGISAXS 2.6, empleando un modelo de partículas dispersas (ZnSe) embebidas en una matriz (sílica). El análisis de estas imágenes permitió determinar los tamaños y distribución de tamaños de las partículas implantadas. El objetivo del presente trabajo fue la comparación de los resultados obtenidos por GISAXS con los de HRTEM sobre las mismas muestras para corroborar la validez del modelo empleado (Figura 2b). Los resultados obtenidos por ambas técnicas son concordantes.

### REFERENCIAS

- [1] Hamm R. W., Hamm M. E., (2012) “*Industrial Accelerators and their Applications*”, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, Singapore, pp. 9–54.
- [2] Ziegler J. F., Ziegler M. D., Biersack J. P., (2010) “SRIM – The stopping and range of ions in matter” *Nucl. Instrum. Meth. B.* 268(11–12): 1818–1823.
- [3] Gibaud A., Dourdai S., Vignaud G.; (2006) “Analysis of mesoporous thin films by X-ray reflectivity, optical reflectivity and grazing incidence small angle X-ray scattering” *Appl. Surf. Sci.* 253(1):3-11.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al PIDDEF 017/11, (MINDEF) y al LNLS (Brasil) por los subsidios recibidos para la realización de este trabajo y la participación en el encuentro.

## FIGURAS

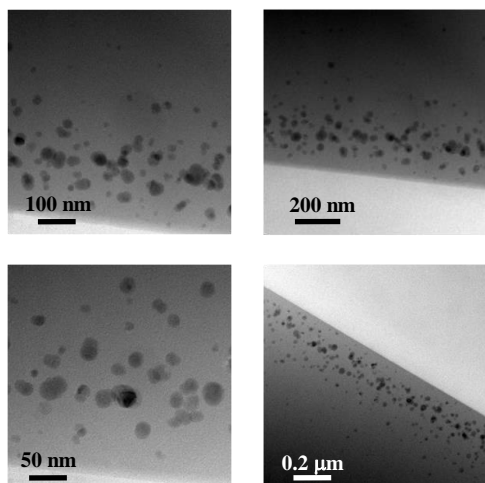


Figura 1a. Imágenes de los perfiles de ZnSe formado sobre sílica, implantado con iones de Zn y Se

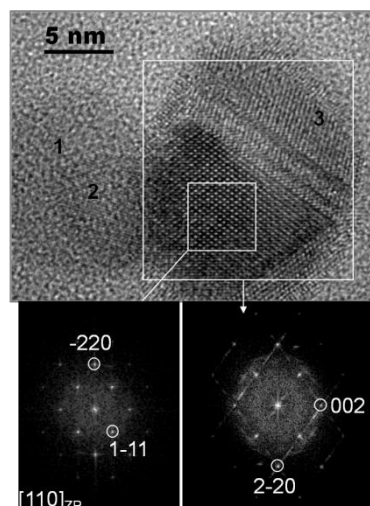


Figura 1b. Imagen HRTEM de 3 partículas de ZnSe, 1) en proceso de formación, 2) con orientación (113), 3) partícula con orientación [110] de la estructura blenda de cinc, presenta además fallas de apilamiento y maclas

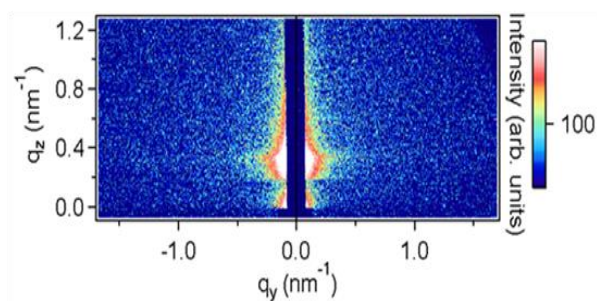


Figura 2a Diagrama GISAXS de un sustrato de sílica implantado con iones de Zn y Se

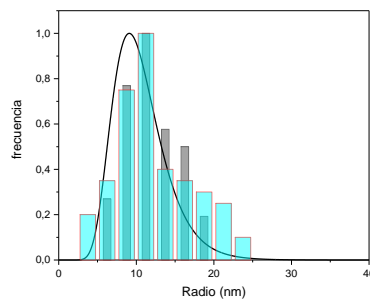


Figura 2b. Distribución lognormal del tamaño de las partículas implantadas. Las barras indican los tamaños obtenidos por microscopía para 2 muestras. La línea continua muestra la simulación a partir del diagrama GISAXS