

# Optimización de propiedades ópticas de nanoestructuras de ZnO fabricadas por transporte de vapor

*Gustavo Grinblat*

*\*Laboratorio de Física del Sólido, Dep. de Física, FACET—CONICET, Universidad Nacional de Tucumán, Av Independencia 1800, San Miguel de Tucumán 4000, Tucumán, Argentina*

*\*Laboratorio de Electrónica Cuántica, Dep. de Física, FCEN—IFIBA CONICET, Universidad de Buenos Aires, Intendente Güiraldes 2160, C1428EGA, Buenos Aires, Argentina*

*\*Lugar de trabajo actual: Experimental Solid State Group, Department of Physics, Imperial College London, UK*

Las nanoestructuras de semiconductores resultan de gran importancia para el desarrollo de dispositivos electrónicos, fotónicos y optoelectrónicos. El ZnO, en particular, es un semiconductor de banda prohibida directa en el ultravioleta que demuestra facilidad para su crecimiento en forma de nanoestructura. Sin embargo, se conoce que la presencia de defectos en la red cristalina dificulta la producción de dispositivos eficientes. En este contexto, este trabajo se enfoca en la fabricación de nanoestructuras semiconductoras basadas en ZnO y en la optimización de sus propiedades ópticas lineales y no lineales.

A través de una técnica de transporte de vapor se sintetizaron nanoestructuras de ZnO sobre superficies recubiertas con nanopartículas de Au, las cuales catalizan la formación de ZnO nanoestructurado. Se observó que el patrón de crecimiento cambia hacia estructuras de menor superficie específica al disminuir la presión parcial de oxígeno respecto de la de zinc, obteniéndose nanoobjetos en forma de hilos, peines, hojas y erizos. A través de mediciones de fotoluminiscencia se analizaron la emisión excitónica (ultravioleta) y la de defectos (visible) para las distintas nanoestructuras. Los resultados indican que la deficiencia de oxígeno es responsable de la luminiscencia visible y que los defectos se ubican sobre la superficie de la nanoestructura.<sup>1</sup> En una segunda etapa de fabricación, se recubrieron muestras de nanohilos de ZnO con una delgada película de MgO, formando nanohilos núcleo/corteza (ZnO/MgO). Se presentan condiciones de deposición que demuestran espectros de fotoluminiscencia con emisión visible mínima, indicando una excelente pasivación de defectos superficiales del núcleo de ZnO.<sup>2</sup> Consistentemente, mediciones de fotoconductividad revelan un amplio incremento en la conductividad del nanohilo de ZnO/MgO respecto del nanohilo de sólo ZnO, demostrándose la eficaz neutralización de trampas de portadores que restringen el paso de la corriente eléctrica.<sup>3</sup>

El estudio de propiedades ópticas no lineales de nanoobjetos de ZnO se realizó mediante mediciones de fotoluminiscencia por absorción de 2 fotones y generación de segunda armónica (GSA). Comparando la respuesta óptica entre las distintas nanoestructuras se evidenció un mayor confinamiento de la luz para el caso de nanopeines, en virtud de su geometría de cavidades paralelas. Para éstos, se midieron modos resonantes tipo Fabry-Pérot de alto factor de calidad, y se halló que la intensidad de emisión de GSA presenta una marcada dependencia con la energía de la excitación y la polarización incidente, producto de la birrefringencia del cristal y de la morfología del nanoobjeto.<sup>4</sup> Finalmente, con el propósito de maximizar la eficiencia de la GSA en la nanoescala, se combinaron a nivel individual nanohilos de ZnO con nanoantenas plasmónicas de Au, fabricadas mediante litografía electrónica, de manera de enfocar el campo de excitación directamente sobre la nanoestructura semiconductor. Se demuestra que el sistema híbrido exhibe un aumento de 1700 veces en la emisión de GSA respecto del nanohilo aislado.<sup>5</sup> Este control del acoplamiento fotónico-plasmónico abre nuevas perspectivas para la conversión de luz con alta eficiencia en nano-sistemas semiconductor/metal.

1- G. Grinblat, M. G. Capeluto, M. Tirado, A. V. Bragas, D. Comedi. *Applied Physics Letters* **100**, 233116 (2012).

2- G. Grinblat, L. J. Borrero-González, L. A. O. Nunes, M. Tirado, D. Comedi. *Nanotechnology* **25**, 035705 (2014).

3- G. Grinblat, F. Bern, J. Barzola-Quiquia, M. Tirado, D. Comedi, P. Esquinazi. *Applied Physics Letters* **104**, 103113 (2014).

4- M. G. Capeluto, G. Grinblat, M. Tirado, D. Comedi, A. V. Bragas. *Optics Express* **22**, 5341 (2014).

5- G. Grinblat, M. Rahmani, E. Cortés, M. Caldarola, D. Comedi, S. A. Maier, A. Bragas. *Nano Letters* **14**, 6660 (2014).