

La Gaceta

ÓRGANO OFICIAL

DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

////////////////////////////////////
AÑO LIV LIMA 05 DE NOVIEMBRE DE 2019 NÚMERO 079
////////////////////////////////////

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Escuela Central de Posgrado

Se invita a la comunidad universitaria a participar de la defensa pública de la Tesis de **DOCTORADO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN FÍSICA**, del alumno Pierre Giovanni Ramos Apestegui, a realizarse el día viernes 08 de noviembre, a las 11 h 00, en el Centro de Investigación de la Facultad de Ciencias.

TITULO DE LA TESIS:

“NANOESTRUCTURAS HÍBRIDAS ELECTROHILADAS DE ZnO MODIFICADO CON TiO₂ y C PARA APLICACIONES FOTOCATALÍTICAS: INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS OPERACIONALES EN LAS PROPIEDADES MORFOLÓGICAS, ESTRUCTURALES, ÓPTICAS Y ACTIVIDAD FOTOCATALÍTICA”.

**Asesor: Dr. JUAN MARTIN RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
(Docente de la Facultad de Ciencias-UNI)**

RESUMEN

En el presente trabajo doctoral un estudio de las propiedades morfológicas, estructurales, ópticas, composición química superficial y actividad fotocatalítica de nanoestructuras de ZnO, ZnO-TiO₂ y ZnO-OGR fue realizado. Las nanoestructuras de ZnO y ZnO-TiO₂ fueron fabricadas por la técnica de electrospinning empleando diferentes cantidades de precursor (acetato de zinc). Mientras que las nanoestructuras de ZnO-OGR fueron obtenidas mediante el crecimiento hidrotérmico de capas de semillas de ZnO-OGR fabricadas mediante electrospinning, variando la cantidad de OGR y el voltaje de electrohilado. En todos los casos se utilizaron como soporte sustratos de vidrio de óxido de estaño fluorado (FTO, por sus siglas en inglés).

Las series de nanoestructuras de ZnO y ZnO-TiO₂ fueron obtenidas a partir de fibras precursoras fabricadas por electrospinning con distintas razones másicas entre acetato de zinc y alcohol polivinílico (PVA), en la solución de hilado, de 1:2, 2:3, 1:1 y 3:2. Específicamente, las nanoestructuras de ZnO-TiO₂ fueran obtenidas a partir de estas fibras precursoras con nanopartículas de TiO₂ comercial (P25-Degussa) adheridas *in-situ* mediante la atracción electrostática entre el colector de fibras y las nanopartículas debido al uso del campo eléctrico propio de la técnica de electrospinning. Las fibras precursoras resultantes fueron sometidas a un tratamiento térmico por calcinamiento a 600°C, en busca de obtener las nanoestructuras de

ZnO y ZnO-TiO₂ deseadas. El análisis por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) revela una relación entre la morfología de las nanoestructuras con la razón másica acetato de zinc/PVA, donde el diámetro medio de las nanopartículas de ZnO que forman estas nanoestructuras osciló entre 31 nm y 80 nm. Además, el análisis por difracción de rayos X (DRX) muestra la formación de nanoestructuras de ZnO con estructura cristalina hexagonal wurtzita debido al proceso de calcinación y un pequeño pico correspondiente a la fase anatasa del TiO₂ para el caso de las nanoestructuras de ZnO-TiO₂.

Por otra parte, series de nanoestructuras de ZnO-OGR fueron obtenidas a partir del crecimiento hidrotérmico de capas de semillas de ZnO-OGR, las cuales fueron obtenidas a partir del calcinamiento a 400°C de fibras precursoras compuestas de acetato de zinc, polivinilpirrolidona (PVP) y diferentes cantidades de óxido de grafeno reducido (OGR) en la solución de hilado: 0 mL, 0.5 mL, 1.0 mL y 1.5 mL. Mientras que otro grupo de capas de semillas de ZnO-OGR fueron elaboradas utilizando diferentes voltajes de hilado durante la técnica de electrospinning: 20 kV, 30 kV y 40 kV. La Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) muestra la formación de nanorods de ZnO-OGR, donde la morfología de estos está relacionada con la cantidad de OGR agregado en la solución precursora y con los diferentes voltajes de hilado aplicados. El diámetro medio de las nanopartículas de ZnO que forman las nanoestructuras de ZnO-OGR osciló entre 29 y 50 nm. El análisis de los patrones de difracción de rayos X indican la formación de ZnO con estructura cristalina hexagonal wurtzita debido al proceso de calcinación, aunque sin evidencia de los picos característicos para el OGR. Sin embargo, los espectros Raman obtenidos confirman la presencia del OGR ya que muestran las bandas D y G característicos para el grafeno. La caracterización óptica obtenida de los espectros de fotoluminiscencia (PL) muestran que la introducción del OGR junto con el aumento del voltaje de hilado, disminuyen las intensidades de los espectros, lo cual es buen indicador de la inhibición de la recombinación de los pares electrón-hueco en las nanoestructuras de ZnO-OGR fabricadas. La espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS) revela la presencia de los elementos carbono, zinc y oxígeno sugiriendo de esta manera, nuevamente, la presencia del OGR en la superficie de las nanoestructuras de ZnO-OGR obtenidas.

Finalmente, la actividad fotocatalítica de las nanoestructuras obtenidas de ZnO y ZnO-TiO₂ fue evaluada a partir de la degradación de 3 ppm del colorante anaranjado de metilo (AM), y comparadas entre sí analizando la influencia de la razón másica acetato de zinc/PVA, en la solución de hilado; y la adherencia de las nanopartículas de TiO₂. Los resultados muestran que las nanoestructuras de ZnO decoradas con TiO₂ tienen una mayor actividad fotocatalítica que las nanoestructuras de ZnO, debido a la incorporación del TiO₂-P25 en su estructura. Además, se obtiene que las nanoestructuras que fueron preparadas a partir de una solución de hilado con razón másica acetato de zinc/PVA de 2:3 obtuvieron la mejor actividad fotocatalítica en la degradación de AM. Asimismo, la actividad fotocatalítica de las nanoestructuras obtenidas de ZnO-OGR fue evaluada a partir de la degradación de 5 ppm del colorante anaranjado de metilo, y comparadas entre sí analizando la influencia de la cantidad de OGR agregado en la solución de hilado y el voltaje de hilado durante la técnica de electrospinning. Los resultados revelan que las nanoestructuras de ZnO decoradas con OGR tienen una mayor actividad fotocatalítica que las nanoestructuras de ZnO, debido a la introducción del OGR en su estructura y a los diferentes voltajes empleados. Las nanoestructuras de ZnO-OGR que fueron preparadas a partir de una solución de hilado con un 1.0 mL de OGR (~99% a las 7h de tiempo de irradiación) y con 40 kV de voltaje (~99% a las 6h de tiempo de irradiación) obtuvieron la mejor actividad fotocatalítica en la degradación del anaranjado de metilo.

