

Nanoestructuras Termoeléctricas de Alta Eficiencia: Perspectivas y oportunidades de investigación en Colombia



CLF

Coloquio de Licenciatura en Física



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Dr. Jaime Andrés Pérez Taborda
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Universidad de los Andes

Martes 27 de febrero de 2018 - 2:00 p.m.
Auditorio Mayor Hermanos Sanjuán - Macarena A
Invita: Licenciatura en Física
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESUMEN Los materiales termoeléctricos (TE) son ampliamente conocidos por su capacidad de convertir la energía térmica en energía eléctrica y viceversa. La eficiencia termoeléctrica está relacionada con la figura de mérito zT la cual correlaciona la dependencia entre el coeficiente Seebeck, la conductividad eléctrica y la conductividad térmica. Una de las principales rutas abordadas en el incremento de esta eficiencia TE es precisamente la reducción en la conductividad térmica sin disminuir el coeficiente Seebeck o la conductividad eléctrica. En esta línea de investigación, presentamos un novedoso proceso de fabricación de nanoestructuras (tanto en película delgada como nano-mallas) de Silicio-Germanio ($\text{Si}_{0.8}\text{Ge}_{0.2}$) a través de pulverización catódica a bajas temperaturas de sustrato. Esta nueva aproximación, nos permite controlar el tamaño de poro, espesor y tiempo de depósito en un solo paso, brindando la posibilidad de recubrir grandes áreas sin necesidad de recurrir a procesos litográficos o tratamientos térmicos adicionales. Así mismo, mediante la fabricación de estas nano-mallas, hemos reducido la conductividad térmica a valores récord, similares a los reportados en la literatura para nano-hilos [1-3].

En lo que respecta a aplicaciones de materiales TE en temperaturas cercanas al ambiente, recientes investigaciones de seleniuros en volumen han reportado altos valores de eficiencia termoeléctrica, debido a sus bajos valores de conductividad térmica y altos valores de coeficiente Seebeck y conductividad eléctrica. Esto se debe fundamentalmente a su inusual comportamiento como semiconductor superiónico, lo que ha dado lugar a un nuevo concepto en el campo conocido como 'Phonon-liquid electron-crystal - PLEC'. En este sentido, recientemente hemos reportado un significativo avance en la obtención de nanoestructuras en forma de película delgada de seleniuro de cobre (Cu_{2-x}Se) [4] y de seleniuro de plata (Ag_2Se) **Figura 1** [5] con alta eficiencia termoeléctrica a temperaturas cercanas a la ambiental. Este mejoramiento en la eficiencia TE es obtenido gracias al desarrollo de una nueva técnica de crecimiento la cual hemos llamado pulse controlled reactive magnetron sputtering [4-5]. Esta técnica permite un fino control de la estequiometría, orientación cristalográfica y eficiencia termoeléctrica a bajas temperaturas de sustrato siendo compatible con la fabricación de películas delgadas sobre sustratos orgánicos y/o flexibles. Esta nueva adaptación tecnológica despliega un abanico de nuevas oportunidad y aplicaciones que antes no eran posible mediante la sinterización en volumen (en forma de pellets) de estos materiales como se ha venido realizando.

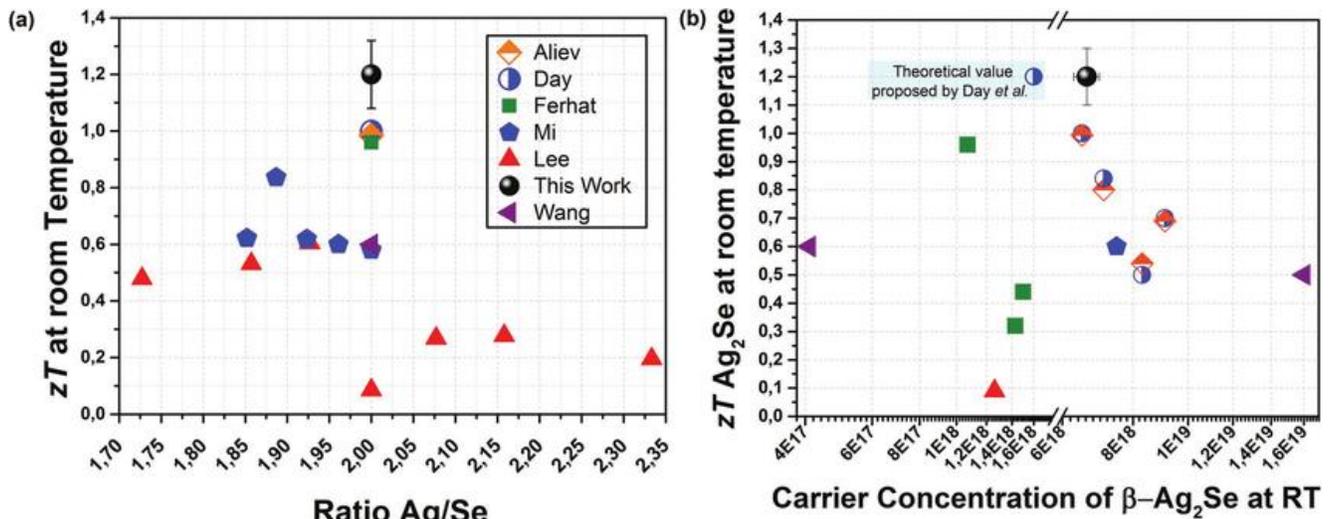


Figura 1. En (a) la figura de mérito a través de los valores de zT obtenidos a temperatura ambiente para diferentes estequiometrías de Ag / Se. Reportamos con nuestras películas delgadas, valores record con las más altas eficiencia termoelectrica para este material. Esto es debido a la drástica reducción de la conductividad térmica. En (b) se muestra la dependencia de los diferentes valores de zT para Ag_2Se a temperatura ambiente en función de la concentración de portadores de carga.

Referencias

- [1] J.A Pérez-Taborda et.al, Silicon-Germanium (SiGe) Nanostructures for Thermoelectric Devices: Recent Advances and New Approaches to High Thermoelectric Efficiency, In book, Publisher: InTechOpen, 2017.
- [2] J.A Pérez-Taborda et.al, Ultra-low thermal conductivities in large-area Si-Ge nanomeshes for thermoelectric applications in Scientific Reports 6:32778, 2016.
- [3] J.A Pérez-Taborda et.al, Low thermal conductivity and improved thermoelectric performance of nanocrystalline silicon germanium films by sputtering in Nanotechnology 27(17):175401, 2016.
- [4] J.A Pérez-Taborda et.al, Pulsed Hybrid Reactive Magnetron Sputtering for High zT Cu_2Se Thermoelectric Films, Advanced Materials Technologies, 201700012, 2017.
- [5] J. A. Perez-Taborda, O. Caballero-Calero, L. Vera-Londono, F. Briones, M. Martin-Gonzalez, Adv. Energy Mater. 2017, 1702024. <https://doi.org/10.1002/aenm.201702024>.

Dr. Jaime Andrés Pérez Taborda: He received the Engineering Physics degree (Hons.) from the Technological University of Pereira, Colombia, in 2011, and the master's degree in Synchrotron Radiation and Particle Accelerators from the Universitat Autònoma de Barcelona in 2013, as well as his Ph.D (Cum laude) from the Institute of Microelectronics of Madrid, Complutense University of Madrid, and Higher Council of Scientific Research CSIC, Spain. He has published research articles and book chapters on various subjects including piezoelectric nanostructures for acoustic wave sensors, nanoengineering new thermoelectric materials with high efficiencies obtained by physical methods, such as sputtering and pulsed laser deposition. In addition, he is also a co-founder and President of the Colombian Society of Physics Engineering.