

Generación y detección totalmente óptica de ondas acústicas superficiales en los GHz para el control magnetoelástico en láminas delgadas de YIG

Nicolás A. Roqueiro¹; Dante Mercado^{2,3}; Santiago J. Carreira⁴; Augusto Román^{3,2}; Gustavo Grinblat^{1,5}; Javier Briático⁴; Laura B. Steren^{3,1}; Andrea V. Bragas^{1,5}

¹ UBA-CONICET. Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina

² Departamento de Micro y Nanotecnología, Centro Atómico Constituyentes, CNEA, San Martín, Argentina.

³ Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, Centro Atómico Constituyentes, CNEA-CONICET, San Martín, Argentina.

⁴ Laboratoire Albert Fert, CNRS, Thales, Université Paris-Saclay, Palaiseau, France.

⁵ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

nicolasroqueiro@gmail.com

Área temática: C. Propiedades de nanomateriales

El acoplamiento entre ondas acústicas y de espín en láminas magnéticas delgadas ofrece un potente camino para diseñar dispositivos espintrónicos ultrarrápidos de bajo consumo. En este trabajo, investigamos la generación totalmente óptica de ondas acústicas superficiales (SAWs) en el rango de los GHz usando nanoantenas plasmónicas crecidas sobre una lámina ferrimagnética delgada con el fin de alcanzar el acoplamiento magnetoelástico resonante. Este enfoque nos permite detectar y potencialmente controlar ondas de espín vía deformación elástica.

Las nanoantenas plasmónicas excitadas por pulsos láser de femtosegundos actúan como nanorresonadores mecánicos localizados que emiten SAWs hacia un sustrato. Esta técnica posibilita la propagación direccional y la sintonizabilidad espectral de SAWs sin utilizar transductores interdigitales o piezoeléctricos, brindando un nuevo nivel de integración en dispositivos en la nanoescala [1–3].

En este trabajo extendemos este modelo empleando un sustrato de Y₃Fe₅O₁₂ (YIG) delgado crecido por deposición por láser pulsado (PLD) sobre Gd₃Ga₅O₁₂ (GGG). El YIG es un aislante ferrimagnético ampliamente utilizado en magnónica debido a su bajo amortiguamiento magnético y frecuencias de precesión en los GHz. Mediante mediciones de efecto Kerr magnetoóptico (MOKE) se obtuvieron las curvas de magnetización del YIG, caracterizando así la sensibilidad óptica del montaje experimental frente a cambios en la magnetización superficial del sustrato.

Matrices de nanoantenas de oro (80 x 80 μm²) se fabricaron sobre la superficie de YIG mediante litografía de haz de electrones. Las nanoantenas (rectángulos y barras) se diseñaron con dimensiones típicas de ~130 nm (largo), 90 nm (ancho) y 35 nm (alto) para asegurar la resonancia plasmónica cerca de 800 nm, la longitud de onda del láser de detección. Para estudiar la propagación de SAWs, la separación en las matrices se varió entre 1.5 μm y 10 μm.

Se realizaron mediciones pump-probe de reflectancia diferencial en nanoantenas individuales, revelando oscilaciones con frecuencias entre 9 y 15 GHz, tiempos de decaimiento en torno a 600 ps, y amplitudes ΔR/R del orden de 10⁻⁵. Adicionalmente, simulaciones de elementos finitos mostraron excelente concordancia con los resultados experimentales. Este sistema sirve como base para mediciones magnetoópticas resueltas en el tiempo (TR-MOKE) que permitan detectar la dinámica del espín bajo excitaciones optomecánicas y magnetoelásticas ultrarrápidas.

REFERENCIAS

1. Della Pica, F., et al. Nano Lett. 16 (2016) 1428
2. Berte, R., et al. Phys. Rev. Lett. 121 (2018) 253902
3. Poblet, M., et al. ACS Photonics 8 (2021) 2846