Divulga UAB

Revista de difusió de la recerca de la Universitat Autònoma de Barcelona

12/11/2026

Generar ferromagnetisme en materials antiferromagnètics utilitzant només voltatge



Una recerca amb participació destacada de la UAB ha desenvolupat una estratègia innovadora per controlar el magnetisme mitjançant voltatge en materials antiferromagnètics. Aquest avenç podria contribuir al desenvolupament de memòries magnètiques més eficients i segures.

iStock/GarryKillian

La commutació d'un bit magnètic —l'operació fonamental en les memòries magnètiques— es basa en corrents elèctrics. Això comporta inevitablement pèrdues energètiques significatives i dissipació de calor. En un món cada cop més impulsat per les dades, reduir aquest cost energètic s'ha convertit en un gran repte tecnològic.

Una alternativa prometedora és la magnetoiònica: en lloc d'utilitzar corrent elèctric per manipular el magnetisme, s'usa un voltatge per impulsar el moviment d'ions i induir processos redox —reaccions químiques internes. Com que el corrent implicat en aquests processos és mínim, la dissipació energètica es pot reduir potencialment, obrint la porta a dispositius de memòria i computació de baix consum.

En els materials antiferromagnètics, els spins veïns s'alineen en direccions oposades (antiparal·leles), donant lloc a una magnetització neta nul·la. Per aquest motiu, els antiferromagnets es consideren magnèticament "invisibles". Aquesta propietat els fa especialment atractius per a tecnologies on la informació magnètica pot romandre oculta, i també permet empaquetar els bits més densament, ja que no hi ha camps magnètics dispersos que provoquin interferències entre elements veïns.

Tot i que la magnetoiònica ha estat àmpliament explorada en sistemes ferromagnètics —modulant propietats com la magnetització de saturació, la coercitivitat o l'anisotropia magnètica—, el seu potencial en materials antiferromagnètics ha estat poc investigat.

Quan un ferromagnet és adjacent a un antiferromagnet, la interacció entre ambdues fases pot produir un efecte anomenat exchange bias. Aquest efecte sol aparèixer després d'un refredament en presència d'un camp magnètic i és clau en moltes tecnologies de memòria magnètica. Una signatura clara d'aquest fenomen és el desplaçament del cicle d'histèresi (M-H) al llarg de l'eix del camp aplicat.

En el nostre nou treball, publicat a *ACS Nano*, demostrem que l'exchange bias es pot generar, suprimir i ajustar a temperatura ambient mitjançant un procés magnetoiònic en una única capa antiferromagnètica de NiCoO. A diferència dels mètodes convencionals, aquest enfocament evita els tractaments tèrmics habituals tant en la fabricació de capes fines com en l'establiment de la direcció de l'exchange bias, cosa que millora l'eficiència energètica que el NiCoO creix sota un camp magnètic aplicat. A més, tota la funcionalitat s'aconsegueix en una sola capa.

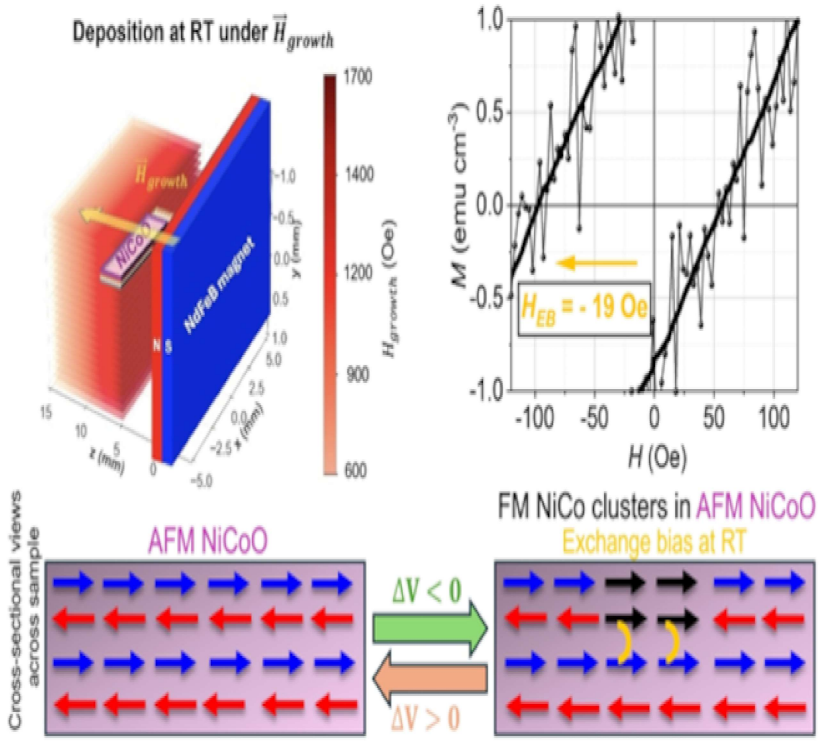


Figura 1. (Superior esquerra) Distribució del camp magnètic generat per l'imant permanent situat a prop de la mostra. (Superior dreta) Cicle d'histèresi M-H desplaçat després de l'actuació per voltatge. (Inferior) Sistema monocapa antiferromagnètic de NiCoO amb

clústers ferromagnètics de NiCo incrustats després de l'actuació per voltatge.

Aquests resultats obren la porta a un exchange bias programable controlat per magnetoiònica i apunten cap a l'ús del voltatge per ocultar dades magnètiques, amb potencial per a noves estratègies antihacking en futures tecnologies de memòria magnètica. El treball també és rellevant per a aplicacions en espintrònica antiferromagnètica.

L'estudi ha estat liderat pel professor associat Enric Menéndez (Serra Húnter) del Departament de Física de la UAB. Forma part de la tesi doctoral de Simone Privitera, finançada pel programa MSCA-COFUND DOCFAM+, i ha estat supervisat pels professors Jordi Sort (ICREA), Aitor Lopeandia i Enric Menéndez. Aquest treball s'ha dut a terme en col·laboració amb l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia, l'Institut de Física de Radiació (Helmholtz-Zentrum Dresden–Rossendorf), la Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Spin-Ion Technologies i el Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies de la Université Paris-Saclay.

Simone Privitera, Aitor Lopeandia, Jordi Sort i Enric Menéndez
Department de Física
simone.privitera@uab.cat; jordi.sort@uab.cat

Referències

Privitera, S., Ma Z., Gómez-Torres, H., Arredondo-López, A., Liedke, M.O., Hirschmar
Wagner, A., Tan, H., Solsona, P., Quintana, A., A., Dias, T., Gouéré, D., Monteblanco,
Ravelosona, D., Del-Valle, N., Navau, C., Lopeandia, A., Sort, J., Menéndez, E. **Voltag
Driven Generation of Ferromagnetism in a Magneto-Ionically Active Antiferromagnet
Enabling Room-Temperature Exchange Bias**. *ACS Nano*,
2026. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.5c19864

View low-bandwidth version