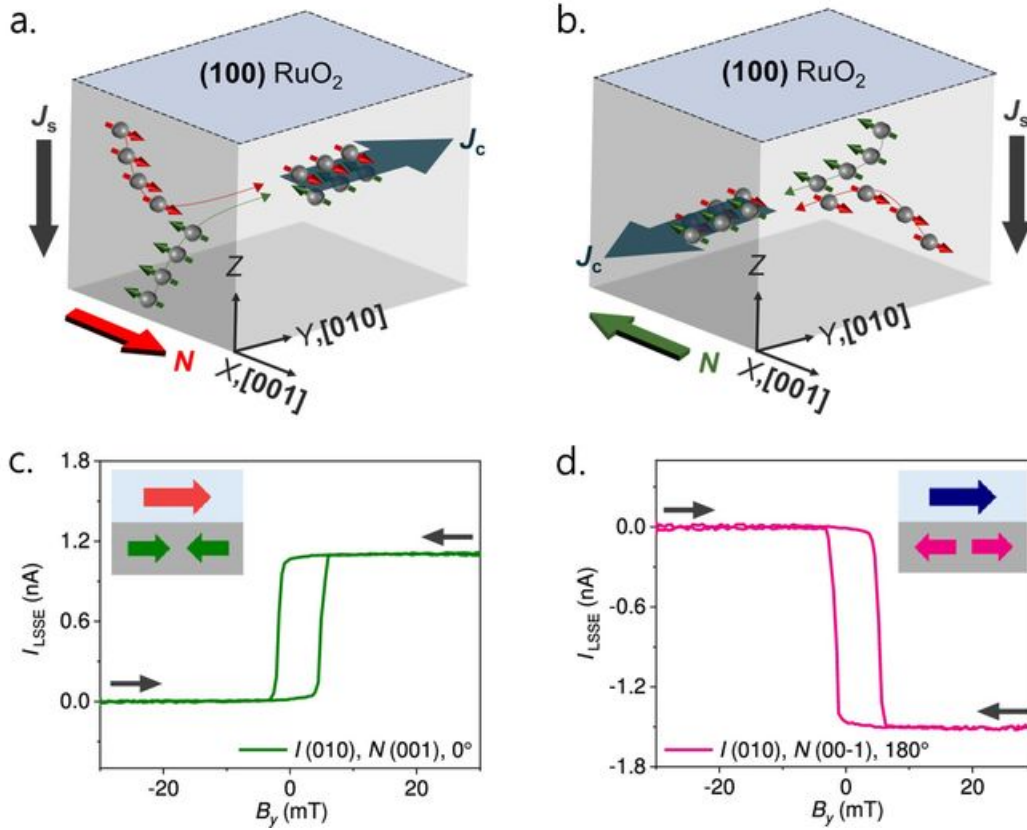


# UNIST, 저전력 스핀 반도체 소자 개발 물꼬 텃다

등록 2025.12.10 09:15:00



[울산=뉴스시스] 구미현 기자 = 네엘벡터 방향에 따라 뒤집히는 교차성 스핀-전하 변환 신호를 설명한 연구 그림 (사진=UNIST 제공) 2025.12.10. photo@newsis.com \*재판매 및 DB 금지

[울산=뉴스시스] 구미현 기자 = 국내 연구진이 교차성체 소재 안에서 스핀의 정렬된 방향을 바꿔 변환 신호 방향을 뒤집는 데 성공했다. 복잡한 구조나 강한 자기장 없이도 전류를 스위칭할 수 있는 저전력 스핀 반도체 소자 개발의 물꼬를 텃다는 평가다.

울산과학기술원(UNIST)은 신소재공학과 유정우 교수와 물리학과 손창희 교수팀이 산화루테늄 교차성 소재 안에서 스핀-전하 변환을 가역적으로 제어할 수 있음을 실험적으로 입증했다고 10일 밝혔다.

산화루테늄은 최근 반도체 분야에서 강자성과 반강자성 소재의 장점을 갖춘 제3의 자성 소재인 '교차성체'로 분류되며 관심을 받아온 물질이다. 이 물질은 이론적으로 기존 반도체 소자의 속도 한계를 넘고 에너지 효율을 극대화하는 스핀 반도체를 만들 수 있다. 하지만 자성 소재로 반도체와 같은 전자 소자를 만들려면 '스핀' 신호를 회로가 인식할 수 있는 전류 신호로 바꾸는 과정(스핀-전하 변환)이 필수인데, 교차성 소재의 경우 아직 확립된 제어 기술이 부족했다.

연구팀은 이 물질 내부의 스핀 정렬 방향인 네엘 벡터(Néel vector)를 조절하면, 스핀이 전하 전류로 바뀌는 변환 방향(극성)이 정반대로 뒤집힌다는 사실을 실험적으로 입증했다. 즉 물질 내부의 자성 정렬 상태를 180도 회전시키는 것만으로도 출력되는 전기 신호의 플러스(+)와 마이너스(-)를 가역적으로 바꿀 수 있음을 증명한 것이다. 이는 외부 전력 공급 없이도 정보가 유지되는 '비휘발성' 메모리 소자의 '0'과 '1' 상태를 명확하게 구분하고 제어할 수 있는 원리다.

기존 기술에서는 이러한 신호 변환을 제어하기 위해 복잡한 다층 구조를 쌓거나 강한 외부 자기장을 활용하는 방식이 주로 사용됐다.



[울산=뉴스1] 구미현 기자 =UNIST 연구진. 사진 좌측부터 유정우 교수, 손창희 교수, 정현정 박사, 소기목 연구원 (사진 =UNIST 제공) 2025.12.10. photo@newsis.com \*재판매 및 DB 금지

연구팀은 자체적으로 고안한 소자를 제작해 이 같은 사실을 입증했다. 이산화타이타늄 ( $\text{TiO}_2$ ) 기판에 산화루테튬 ( $\text{RuO}_2$ ), 코발트철붕소( $\text{CoFeB}$ ) 박막을 차례로 적층한 소자를 만들고, 코발트철붕소 박막에서 온도 차이로 인해 생성된 스핀 신호를 산화루테튬에 주입하는 실험을 한 것이다. 스핀 신호가 산화루테튬에서 전하 신호로 변환되는데, 이 신호를 측정했다.

공동연구팀은 "교자성체에서 스핀 신호를 가역적으로 조절할 수 있다는 점을 실험으로 확인한 연구"라며 "이러한 원리는 스핀 기반 차세대 논리 소자나 메모리 소자 설계에 쓰일 수 있을 것"이라고 설명했다.

이번 연구는 2024년 9월부터 과학기술정보통신부의 '한계도전 R&D 프로젝트'의 지원을 받아 진행됐다.

이번 연구는 UNIST 신소재공학과 정현정 연구원(현 GIST 이노코어 박사후연구원)과 물리학과 소기목 연구원이 제 1저자로 참여했으며, 나노과학·재료 분야 국제적 권위지인 나노 레터스(Nano Letters)에 11월 25일 게재됐다.

©공감언론 뉴시스 gorgeouskoo@newsis.com

Copyright © NEWSIS.COM, 무단 전재 및 재배포 금지