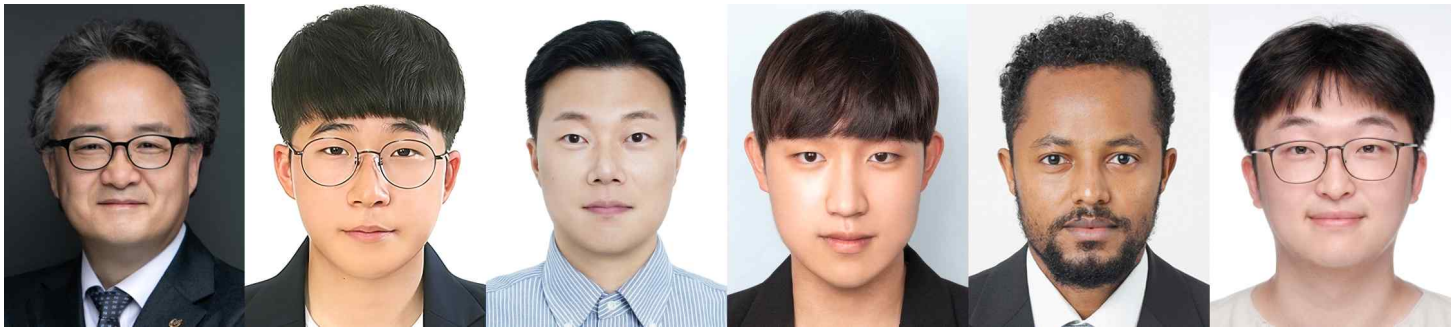
“센서 하나로 빛 정보 초정밀 복원”
GIST·DGIST·경북대 공동연구팀,
다차원 분광 입력·복원 기술 개발

- GIST 윤훈한·DGIST 이종수·경북대 나현수 교수팀, 단일 광검출기 기반 초고정밀 전산 분광기 구현
- 스마트폰·드론·자율주행차 탑재용 초소형·저전력 분광기 상용화 기대
- 재료 및 응용 공학 분야 국제학술지《Advanced Functional Materials》 게재



▲ (왼쪽부터) DGIST 에너지공학과 이종수 교수, 이상현 박사, GIST 반도체공학과 윤훈한 교수, 민준호 석박사통합과정생, 요나스 박사, 경북대 나현수 교수 공동 연구팀.

광주과학기술원(GIST·지스트, 총장 임기철)은 **반도체공학과 윤훈한 교수 연구팀이 DGIST 에너지공학과 이종수 교수, 경북대학교 전자공학부 나현수 교수 연구팀과 공동**으로 **단일 센서**(광검출기)**만으로 빛의 파장별 세기를 초고정밀로 복원하는 ‘다차원 전산 분광 기술’을 개발**했다고 밝혔다.

분광기는 **빛의 파장별 광량을 분석해 물질의 성분을 파악하는 필수 장치**다. 하지만 기존 분광기는 빛을 파장별로 나누는 프리즘 등 복잡한 광학 부품이나 수많은 센서가 필요해 **소형화가 어려웠다.**

이를 극복하고자 인공지능(AI) 알고리즘을 활용한 **‘전산 분광기’**가 등장했으나, 기존 방식은 **전압 제어가 단순해 섞여 있는 빛의 파장 정보를 정확히 구분하기 어렵고 잡음에 의한 오차가 크다는 단점**이 있었다.

공동 연구팀은 **3겹의 반도체(MoS_2/WSe_2/MoS_2)를 계단 형태로 쌓고, 두 종류의 전압을 동시에 정밀 조절**할 수 있는 **특수 구조**(플로팅 베이스 양방향 접합)**를 새롭게 도입**해 이 문제를 해결했다.

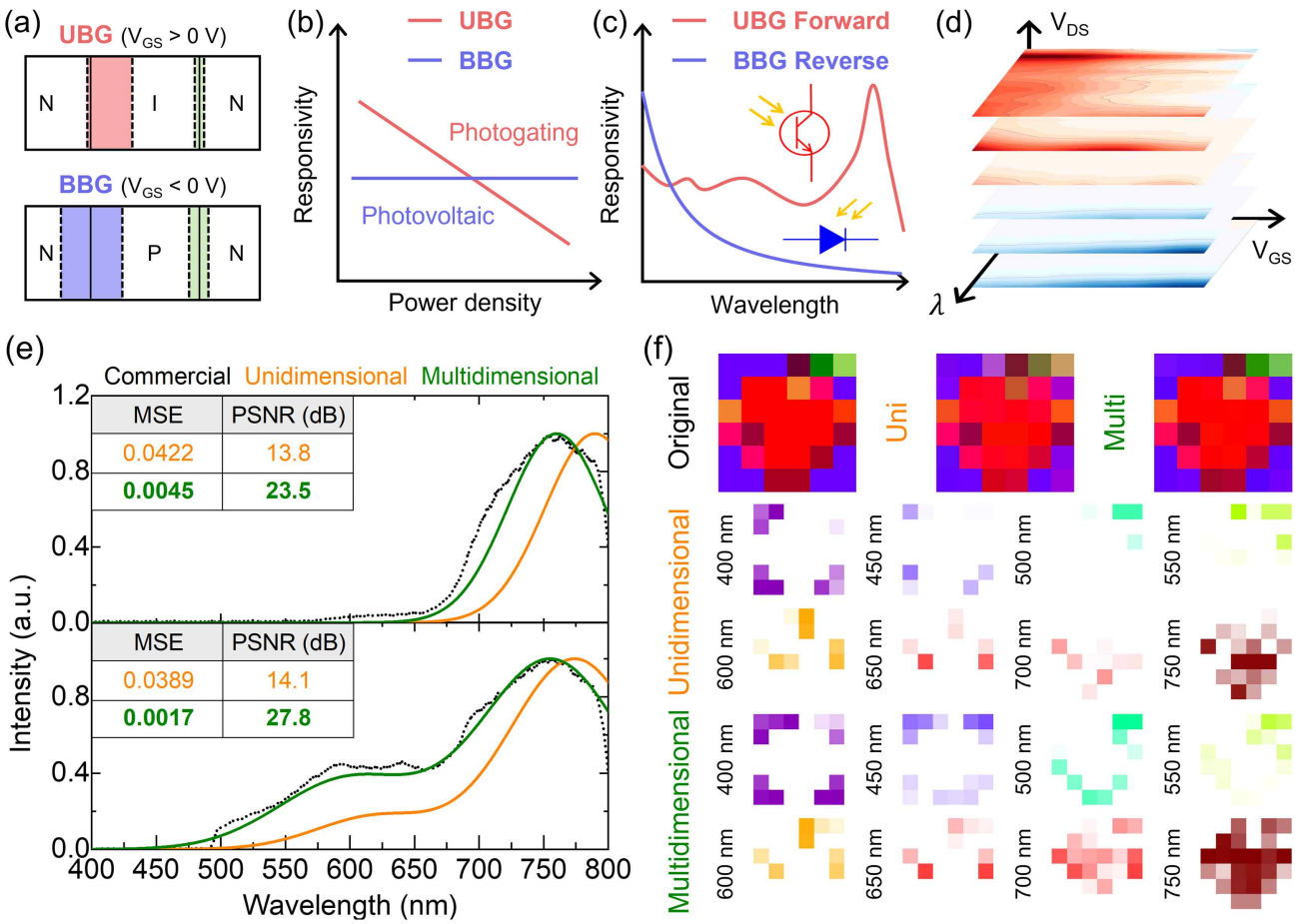
두 전압의 조합으로 **센서 내부 계면의 에너지 장벽을 자유자재로 제어**함으로써, 복합적인 빛이 들어와도 센서의 반응 크기와 형태를 다채롭게 변화시켜 **각각의 파장 정보를 뚜렷하게 구분**해 낸 것이다.

이러한 **플로팅 베이스 양방향 접합 구조의 반도체 계면 제어 기술**과 **다차원 분광**

입력 방식을 적용해 복원된 스펙트럼 신호를 분석한 결과, **파장 정보가 뒤섞여 구별하기 어려웠던 기존의 분광 응답 간 중복 현상을 약 32% 이상 낮췄다.**

특히 복합 스펙트럼 빛의 **복원 오차율을 기존 대비 95.6%나 대폭 줄였으며, 영상 복원 품질**(최대 신호 대 잡음비)도 기존 14.1dB에서 **27.7dB로 크게 향상시켜 압도적인 성능을 입증**했다.

나아가 미세한 **전류가 흐르는 극한 환경에서도 높은 정확도로 스펙트럼과 색 분포 영상을 성공적으로 복원**해 냈다.



▲ **다차원 분광 입력의 원리와 스펙트럼·영상 복원 결과.** (a,b) 전압에 따른 계면 장벽 상태와 빛 감지 특성 변화. (c,d) 상호보완적인 분광 응답과 다차원 분광 입력. e) 입력 방식에 따른 스펙트럼 복원 성능 비교. (f) 6×6개 위치의 순차 측정을 통한 분광·의사 색상 영상 복원.

DGIST 에너지공학과 이종수 교수는 "이번 성과는 **단일 센서만으로 스펙트럼과 영상의 복원 품질을 동시에 획기적으로 높인** 기술적 쾌거"라며, "기존의 크고 무거운 분광기를 대체하여 **향후 초소형·저전력 웨어러블 기기, 지능형 광센서, 휴대용 모바일 분광기** 등 다양한 산업의 혁신을 이끌 기반 기술이 될 것"이라고 밝혔다.

GIST 반도체공학과 윤훈한 교수는 "**계면 장벽 제어**를 통해 빛에 의해 생성된 전하의 분리·이동 경로를 조절해 **여러 파장이 섞인 빛에서도 각 파장의 정보를 더 정확하게 구분**하도록 한 것"이라며, "반도체 계면의 전기적 제어와 다차원 인공지능 학

습을 통해 센서 품질을 획기적으로 향상한 **AI-반도체-센서 융합 연구의 대표적인 사례**"라고 평했다.

이번 연구는 과학기술정보통신부·한국연구재단의 '개인기초연구사업(우수신진연구)', 국가과학기술연구회 '창의형 융합연구사업', DGIST·GIST '전략연구사업' 등의 지원을 받아 수행됐다.

DGIST 이종수 교수, GIST 윤훈한 교수, 경북대 나현수 교수가 공동 교신저자로, DGIST 이상현 박사, GIST 민준호 석박사통합과정생, GIST 요나스 박사가 공동 제1저자로 참여했다.

연구 결과는 재료 및 응용 공학 분야 국제학술지 《**Advanced Functional Materials**》에 **2026년 10월 10일 온라인으로 게재**됐다.

논문 정보

○ **논문명, 저자 정보**

- 저널명 : Advanced Functional Materials 및 IF: 19.9 (2025년 기준)
- 논문명 : Multidimensional-Encoded High-Fidelity Spectrometers
- 저자 정보 : 이상현(제1저자, [전] DGIST, 석박사통합과정생, [현] GIST, 박사후연구원), 민준호(제1저자, GIST, 석박사통합과정생), Yonas Tsegaye Megra(제1저자, GIST, 박사후연구원), 나현수(교신저자, 경북대학교, 교신저자, 조교수), 윤훈한(GIST, 교신저자, 조교수), 이종수(DGIST, 교신저자, 교수)