

위변조 막는 멀티스펙트럼 디스플레이 개발

- 멀티 스펙트럼 포토닉스 구조를 통한 가시광선-적외선 빛 제어구조 구현
- 차세대 위변조 방지를 위한 보안 어플리케이션에 활용 기대



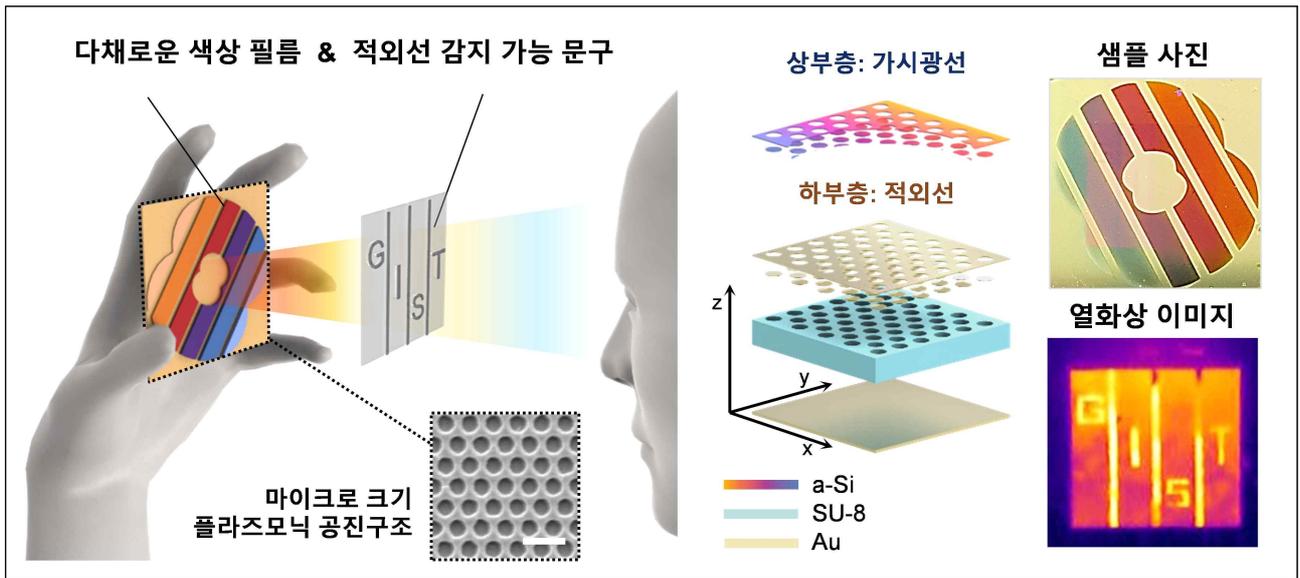
▲ 뒷줄 오른쪽부터 시계반대방향으로 송영민 교수, 유영진 박사, 장세희 박사과정생, 고주환 박사과정생, 이길주 박사

지폐, 상품권에서 고가의 명품에 이르기까지 위변조 품목이 다양해지고 물량도 급증하면서 이를 해결하기 위한 새로운 차세대 보안용 위변조 방지기술이 필요하다. 국내 연구진이 다양한 정보를 한 곳에 담을 수 있는 차세대 보안용 위변조 방지기술을 개발했다.

지스트(광주과학기술원) 전기전자컴퓨터공학부 송영민 교수 연구팀은 다채로운 색상으로 구현된 이미지에 맨눈으로 볼 수 없는 적외선 정보를 담은 보안용 차세대 멀티스펙트럼* 위변조 방지 디스플레이를 개발하는데 성공했다.

* **멀티 스펙트럼(multi spectrum)**: 특성에 따라 분류된 빛의 파장 범위인 스펙트럼의 다중 영역을 지칭하는 것으로 본 연구에서는 인간의 눈으로 관측 가능한 가시광 영역과 열화상 카메라로 관측이 가능한 적외선 영역을 활용.

연구팀이 개발한 디스플레이는 육안으로는 가시광 전 파장 대역의 다채로운 색상 구현이 가능하여 일반적인 컬러 프린팅으로 보이지만, 적외선 영역을 감지하는 열화상 카메라로 관찰 시 감추어진 정보를 확인할 수 있다. 기존의 홀로그래피 방식이나 형광 물질 기반 방식의 보안 소자와 달리 본 디스플레이는 보안용 장치라는 인식 자체를 나타내지 않은 상태에서 여러 가지 정보를 포함할 수 있어 높은 보안 등급을 가진다.



[그림1] 다채로운 색상 구현이 가능한 적외선 디스플레이

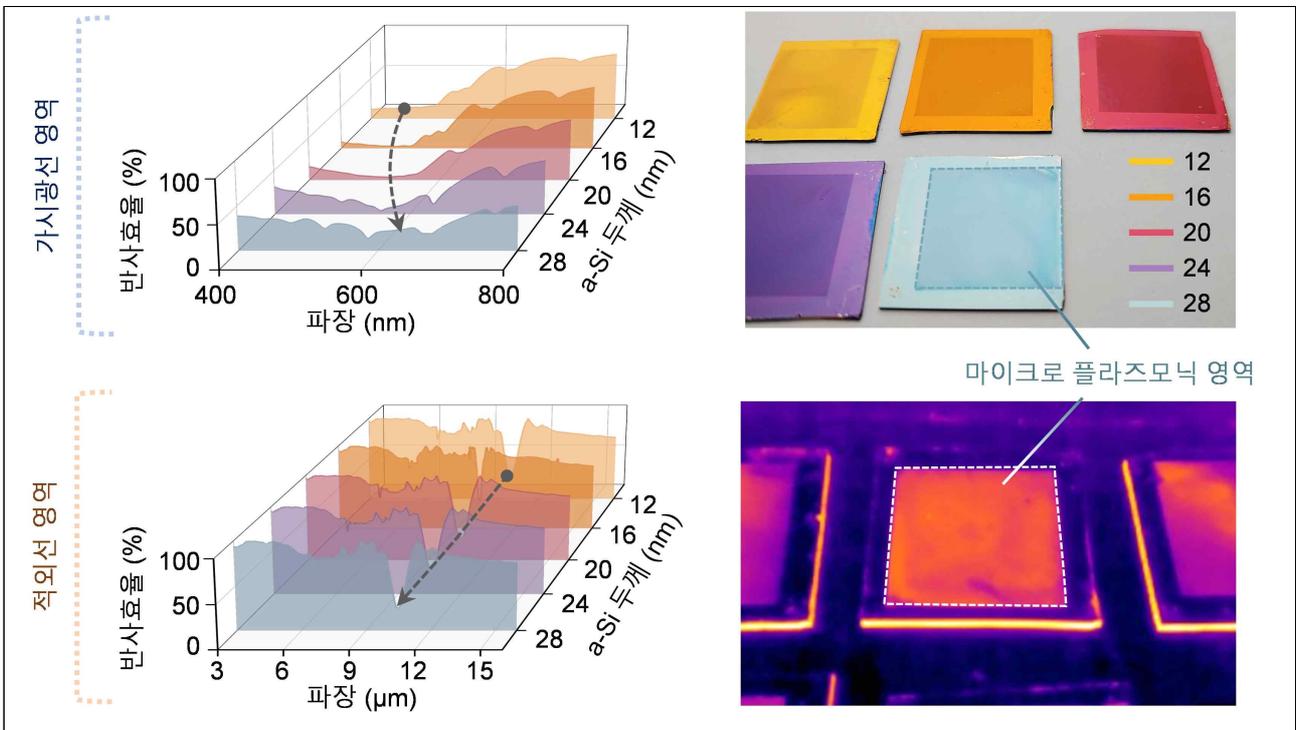
육안으로는 가시광 전 파장 대역의 다채로운 색상 패턴이 보이지만, 감추어진 문구를 확인하기 위해서는 열화상 카메라로만 검출 가능하게 설계한 적외선 디스플레이. 박막 두께를 통한 다채로운 색상 구현과 마이크로 구조물의 주기 제어를 통한 열화상 이미지 기록으로 다양한 문구 제작이 가능한 것이 특징이다.

기존에 멀티 스펙트럼 포토닉스 기술은 파장별 광학 특성을 독립적으로 제어해야 한다는 측면에서 개발에 어려움을 겪었으나 연구팀은 서로 다른 광학 공진 구조를 적용하여 가시광과 적외선 대역을 개별로 제어함으로써 단일구조에 두 가지 스펙트럼을 구현하는 데 성공했다.

가시광 영역은 수십 나노미터 수준의 초박막 구조에서 발색이 가능한 금속-고흡수 매질로 구성된 초박막 발색구조를 적용하였으며, 적외선 영역은 마이크로 홀 패턴을 활용한 플라즈모닉 구조*를 통해 선택적으로 강한 흡수를 구현해 매우 얇은 두께(~3 μm)에서 멀티 스펙트럼 특성을 구현하였다.

* 플라즈모닉 구조(plasmonic structure): 빛과 전자와 상호작용에 의해 발생하는 전자들의 집단 진동 현상으로 구조 표면에서 전기장이 증가하게 되며 특정한 파장에서 강한 흡수를 일으키는 구조를 말한다.

해당 기술은 가시광 색상 구현 및 적외선 영역 정보 기입을 위해 이제까지 매우 제한적인 기판에서만 제작이 가능했던 한계를 벗어나 매우 얇은 두께의 유연 소자기판에서 구현이 가능하다. 또한 동작을 위한 별도의 에너지가 필요하지 않아 금융권, 관공서, 군사 등 보안이 요구되는 다양한 분야에 활용될 수 있다.



[그림2] 초박막 제어를 통한 다채로운 색상 구현

비정질 실리콘 (a-Si)의 나노미터 두께 조절로 인한 가시광선 영역의 반사 효율 및 샘플 사진 (그림 상단). a-Si의 두께 변화에 따른 적외선 영역 반사 효율 및 열화상 이미지 (그림 하단).

지스트 송영민 교수는 “멀티 스펙트럼의 빛 제어를 유도함으로써 위변조를 방지하는 기술이 한층 더 강화되었다”면서, “향후 능동 변조가 가능한 물질을 적용하여 실시간으로 이미지를 변화시키는 차세대 초소형 보안용 디스플레이로의 개발이 가능할 것으로 기대된다”고 밝혔다.

본 연구는 과학기술정보통신부와 한국연구재단이 추진하는 미래소재디스커버리사업, 기초연구실지원사업 및 지스트 GRI 지원과제로 수행되었으며, 연구 결과는 국제학술지 어드밴스드 옵티컬 머트리얼즈(Advanced Optical Materials, IF: 9.926)에 2021년 9월 4일 표지논문으로 게재되었다. <끝>

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Advanced Optical Materials (IF= 9.926)
- 논문명 : Colored, Covert Infrared Display through Hybrid PlanarPlasmonic Cavities
- 저자 정보 : 이중훈 석사(공동 제1저자, 지스트 전기전자컴퓨터공학부, 현) LG 이노텍), 김영재 박사(공동 제 1저자, 한국세라믹기술원 세라믹테스트베드센터),

유영진 박사(공동저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부), 장세희 박사과정(공동저자 지스트.전기전자컴퓨터공학부), 이길주 박사(공동저자, 지스트.전기전자컴퓨터공학부), 고주환 박사과정(공동저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부), 강경묵 박사과정(공동저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부), Debashis Chanda 교수(공동저자.University of Central Florida, Department of Physics), 송영민 교수(교신저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부)