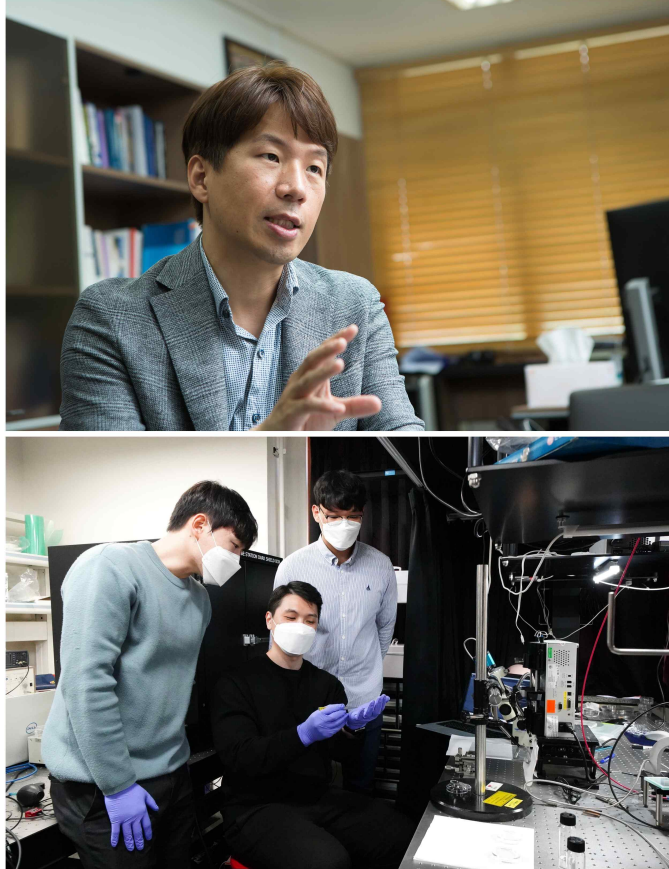


빠르고 정확하게 코로나19 진단하는 컬러 센서 플랫폼 개발

- 유전자 증폭과정 및 면역 표지 없이 신속 감지 가능... 색도 분석 통해 환자의 실시간 감염상태 진단 가능



- ▲ 송영민 교수 연구팀_송영민 교수(위) 왼쪽부터 고주환 박사과정생, 유영진 박사후연구원, 강지원 석사과정생(아래)

국내 연구진이 색 변화를 통해 바이러스 감염 여부를 빠르게 감지하고 색도 분석을 통해 감염 단계 예측이 가능한 바이오센서 플랫폼을 개발했다. PCR 검사의 복잡성과 신속 진단 키트의 낮은 정확도를 보완할 수 있는 차세대 바이러스 감지 및 분석 플랫폼으로 기대된다.

지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 전기전자컴퓨터공학부 송영민 교수와 서울대학교 김대형 교수 공동 연구팀은 신속하고 정확하게 바이러스를 관찰 및 분석할 수 있는 바이오 컬러센서 플랫폼을 개발했다고 밝혔다.

본 바이오센서 플랫폼은 환자의 감염 정도를 현미경 이미지의 색상 분석을 통해 농도별로 파악이 가능해 의료진이 더욱 정확한 감염상태를 파악할 수 있다. 또한 단순한 구조여서 키트 형태로 제작이 가능하고 색상 변화를 직관적으로 판별할 수 있어 일반 사용자들도 감염여부를 쉽게 확인할 수 있다.

유전자 증폭 및 표지* 부착 과정이 없는 기존 신속한 바이러스 감지 방식들은 바이러스가 부착되었을 때 전기화학적 신호의 변화로 바이러스를 감지하지만 복잡한 전극 구조와 별도의 분석 장비가 필요하다는 단점이 있다.

* **표지(Labeling)**: 면역검정법 기반의 센서는 labeled 및 label-free 기법으로 나뉨. 이중 labelling 기반의 면역센서는 타겟 항원과 반응을 일으킬 수 있도록 특정 바이오분자를 매질표면에 부착하여 면역화학반응을 일으키도록 하는 기법.

비교적 직관적인 방식인 플라즈모닉* 효과와 같은 광학적 방식들은 복잡한 나노 구조를 가져 제작이 어렵고, 광학적 변화가 미세하여 정확한 감지를 위한 별도의 광학 분석 장비를 필요로 한다.

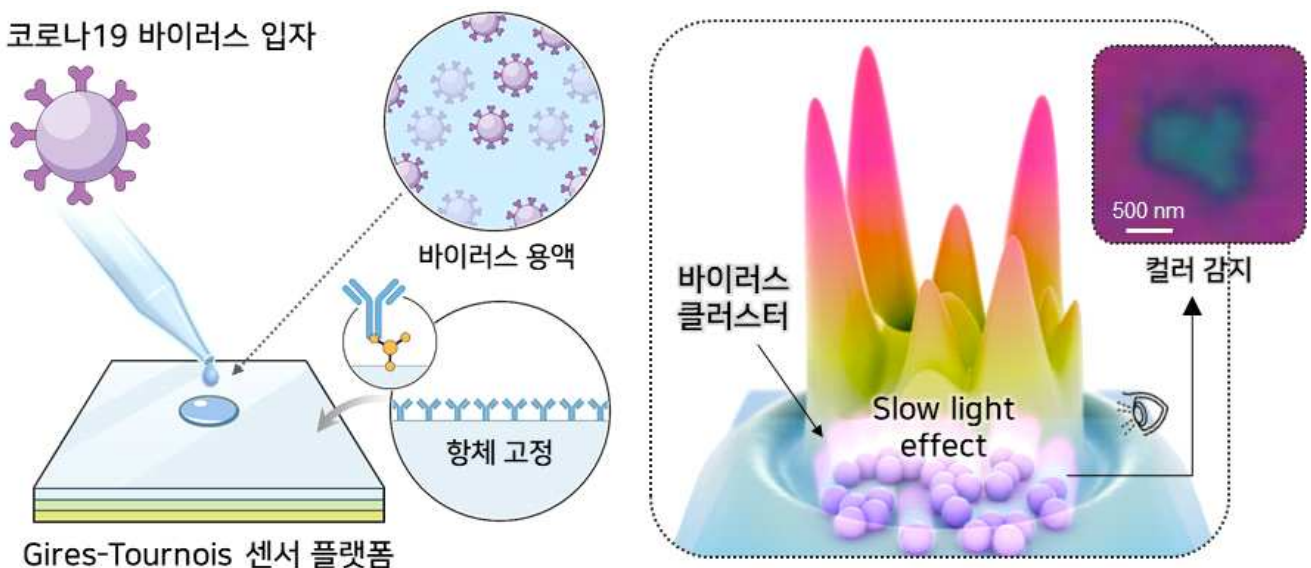
* **플라즈모닉(Plasmonics)**: 플라즈몬(plasmon)이란 금속 내의 자유전자가 집단적으로 진동하는 유사 입자를 말하며, 국소적으로 매우 증가된 전기장을 발생시켜 강한 공진을 유발하는 구조를 뜻함.

최근 이러한 제작 방법과 복잡성을 극복하기 위해 단순한 필름형태의 광학 구조로 개발되어 왔으나, 대부분 높은 굴절률의 재료를 사용하여 구현되었기 때문에 낮은 굴절률을 갖는 바이러스와 같은 바이오 입자들을 감지하기 어려웠다.

연구팀이 개발한 바이러스 감지를 위한 Gires-Tournois* 공진 구조는 낮은 굴절률 층과 금속 반사 층 사이에 다공성 복소 굴절률 층을 삽입하여 자유롭게 광학 특성을 변조하였고, 결과적으로 낮은 굴절률 층에서 느린 빛 효과(Slow light effect**)를 갖는 단일 흡수를 구현했다.

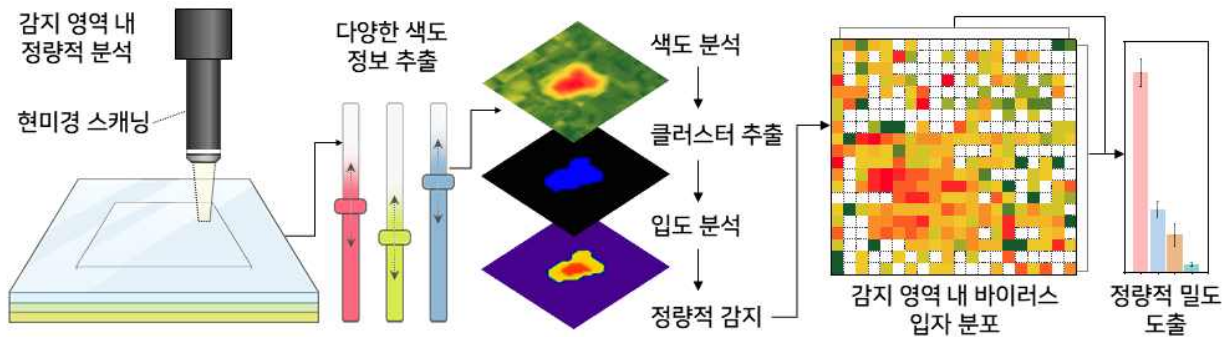
* **Gires-Tournois 공진 구조(Gires-Tournois resonator)**: 광학 공진 구조로, 전면 공진체는 부분적으로 반사하는 반면 후면 공진은 높은 반사율을 보이고 특정 파장반사 및 좁은 색 분산 스펙트럼을 생성하는 광학 구조.

** **느린 빛 효과(Slow light effect)**: 매체의 매우 좁은 스펙트럼 공진 특성의 영향으로 광파의 매우 낮은 그룹 속도가 유도되어 빛이 느려지는 효과.

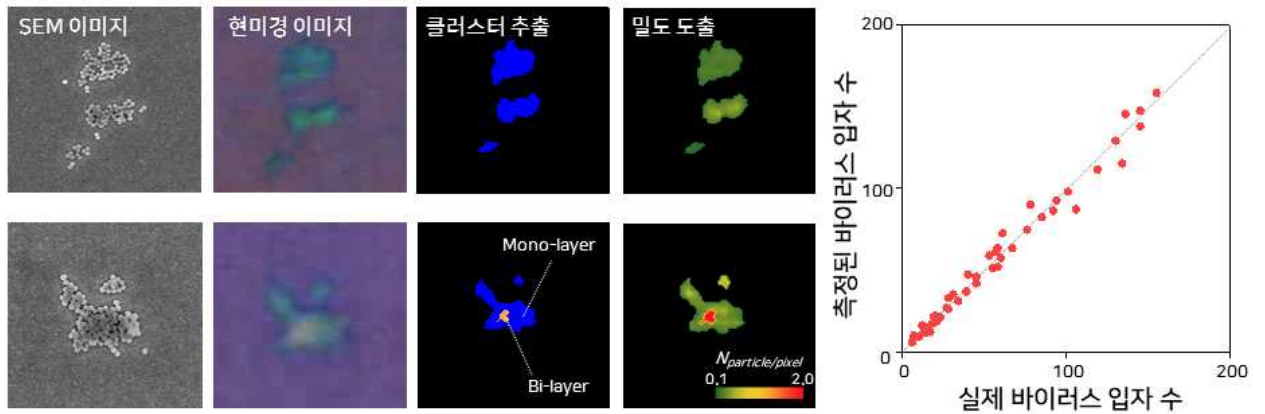


▲ 코로나19 바이러스 입자의 컬러 감지가 가능한 Gires-Tournois 센서 플랫폼

해당 기술은 항체 고정을 위한 간단한 표면 처리를 통해 항원-항체 반응으로 유전자 증폭 및 표지 부착 없이 직관적으로 매우 낮은 농도(100 pg/ml)의 바이러스를 감지했다. 또한, 현미경 스캐닝을 통한 색도 분석으로 감지 영역 내에서 바이러스 입자의 분포 및 밀도 도출에도 성공하여 정량적 분석이 가능한 바이오센서 플랫폼을 구현했다.



▲ 감지 영역 내 현미경 스캐닝을 통한 색도 분석으로 정량적 밀도 도출



▲ 정량적 분석으로 측정된 바이러스 입자 수와 실제 바이러스 입자 수 비교

지스트 송영민 교수는 "본 연구는 바이러스를 색상변화로 관찰할 수 있도록 한 첫 사례로, 의료진은 현미경 관찰 및 색도 분석을 통해 바이러스의 정확한 농도를 매우 빠르게 알아낼 수 있어 다양한 바이러스 및 유해인자를 동시에 검출하는 것도 가능하다"면서, "머지않아 일반인이 육안으로 바이러스를 식별할 수 있도록 할 것"이라고 밝혔다.

본 연구는 과학기술정보통신부와 한국연구재단이 추진하는 나노 및 소재 기술개발 사업, 미래소재디스커버리사업, 기초연구실사업, 학문 후속세대지원사업, 세종과학펠로우십, 지스트 GRI사업 및 기초과학연구원의 지원을 받아 수행되었으며, 연구 결과는 국제학술지 어드밴스드 머트리얼즈(Advanced Materials, IF: 30.849)에 3월 26일(토) 온라인 게재되었다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Advanced Materials (IF=30.849)
- 논문명 : Gires-Tournois immunoassay platform for label-free bright-field imaging and facile quantification of bioparticles
- 저자 정보 : 유영진 박사(공동 제1저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부), 고주환 박사과정(공동 제1저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부), 이길주 교수(공동저자.부산대학교 전자공학과), 강지원 석사과정(공동저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부), 김민석 박사과정(공동저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부), Stefan G. Stanciu 박사(공동저자.University Politehnica of Bucharest Center for Microscopy-Microanalysis and Information Processing National Institute of Materials), 정현호 교수(공동저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부), 김대형 교수(공동 교신저자.서울대학교 화학생물공학부), 송영민 교수(공동 교신저자.지스트 전기전자컴퓨터공학부)