



GIST(광주과학기술원) 보도자료

<http://www.gist.ac.kr>

보도 일시

2019. 3. 6.(수) 조건(온라인 3. 5.(화) 12:00 이후 보도)

보도자료

대외협력팀 김미연 팀장

062-715-2020 / 010-5302-3620

담당

대외협력팀 이나영 행정원

062-715-2024 / 010-2008-2809

자료 문의

전기전자컴퓨터공학부 송영민 교수

062-715-2655

수십 나노 미터의 반도체 물질로 접히는 색상 필터 만든다

- 고순도 및 미세 색상 조절 포토닉 구조 설계 및 제작... 우수한 기계적 특성과 더불어 다양한 반도체 소자 및 기술에 응용될 것으로 기대
- GIST 송영민 교수와 나노종합기술원 강일석 박사 공동연구팀 연구결과, Scientific Reports에 논문 게재

□ GIST(지스트, 총장 직무대행 허호길) 전기전자컴퓨터공학부 송영민 교수와 나노종합기술원(원장 이재영) 강일석 박사 공동연구팀이 실리콘(Si) 물질 기반의 나노 포토닉 구조*를 이용하여 접히는 형태의 다양한 색상 표현이 가능한 컬러 필터 구조의 원리를 규명하고, 최적 필터 구조를 설계 및 제작하는데 성공했다. 또한 연구팀은 제작된 구조를 이용하여 위조방지 홀로그램 스티커로 사용하는 새로운 방법을 제시하였다.

*나노 포토닉 구조: 나노 미터 스케일로 형성된 표면 또는 입자에 의한 광학적으로 특별한 현상

- 일반적인 색상 필터는 염료나 안료 등을 기반으로 만들어지며, 다양한 색상 구현을 위해 여러 화학 물질을 섞어 만들다보니 재활용이 어렵고, 친환경적이지 못한 문제가 있다. 또한, 태양광 스펙트럼에 포함된 자외선(UV) 빛을 받게되면, 광퇴색* 현상이 발생하는 단점이 있다.

*광퇴색: 빛에 의한 염료의 퇴색. 화학 물질들이 화학 반응을 하여 변색되거나 혹은 무색의 화합물로 변하는 것

- 최근에 이를 개선하기 위해 염료나 안료를 사용하지 않는 구조색*을 이용하여 색상 필터를 만드는 연구가 활발하며, 디스플레이나 건물 외벽, 반도체 소자 등 다양한 분야에 응용되고 있다. 하지만 기존 구조

색의 단점은 딱딱한 절연체 또는 반도체 물질을 기반으로 하며, 제한된 색상 표현은 기존의 색상 염료를 완전히 대체하는 데 걸림돌이 되고 있다.

*구조색: 색상 염료에 의존하지 않고 물체의 구조에 의해 나타나는 유채색으로 예를 들어, 공작 날개의 색은 빛의 간섭에 의한 구조색임

- 연구팀은 수십 나노미터 수준으로 제작된 2개의 적층된 나노 포토닉 구조를 이용해 빛의 반사 스펙트럼을 가시광 대역에서 자유자재로 조절하여 최종적으로 색상의 미세 조절 및 고순도의 색상 표현이 가능한 포토닉 구조의 원리를 규명하였다. 또한, 나노 구조의 우수한 기계적 특성에 기반하여 접히는 색상 필터를 제작하였다.
- 연구팀은 또한 각각의 공진 구조를 적층할 경우, 공진 구조 간의 간섭 없이 선형 결합이 됨을 이론적·실험적으로 시연하였다. 이러한 원리에 기반하여, 최적 구조를 설계하고 실제 제작을 통해 색상 필터를 구현하였다.
- 본 연구를 통해 제시된 나노 포토닉 구조를 차용할 경우, 기존 구조색 색상 필터의 단점인 좁은 색 표현 능력을 개선할 수 있으며, 색 좌표계 상에서 미세하게 색상을 조절할 수 있다. 또한, 실리콘 나노선 배열은 붙였다 떼어낼 수 있는 형태이기 때문에 재사용이 가능하다.
- 송영민 교수와 강일석 박사는 “기존 구조색의 단점을 해결함과 동시에 성숙한 반도체 소자 및 기술을 손쉽게 응용할 수 있으며, 초박막 광학 필터, 태양전지, 플렉시블 디스플레이 등 반도체 물질을 사용하는 다양한 분야에 응용 가능할 것으로 기대된다” 고 말하면서 “특히, 본 연구의 말미에 제작한 접히는 위조방지 홀로그램 스티커로의 응용도 가능하다” 고 밝혔다.
- GIST 송영민 교수와 나노종합기술원의 강일석 박사가 주도하고 송한성(공동 제1저자, GIST 석사졸업), 이길주(공동 제1저자, GIST 통합과정) 연구원 등이 수행한 이번 연구는 한국연구재단의 기초연구실지원사업, 미래소재디스커버리 사업, 글로벌박사양성 사업과 국방과학연구소의 기초연구과제와 GIST Research Institute (GRI)의 지원을 받아 수행되었으며, 국제 학술지인 ‘Scientific Reports’ 에 2019년 3월 4일자로 게재 승인되었다. <끝>

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Scientific Reports (2017 JCR Impact Factor: 4.122)
- 논문명 : Reflective color filter with precise control of the color coordinate achieved by stacking silicon nanowire arrays onto ultrathin optical coatings
- 저자 정보 : 송영민 교수(공동 교신저자, GIST), 강일석 박사(공동 교신저자, 나노종합기술원), 송한성(공동 제1저자, GIST 석사졸업), 이길주(공동 제1저자, GIST 통합과정), 유동은(공동저자, 나노종합기술원), 이동욱(공동저자, 나노종합기술원), 김영재(공동저자, GIST 박사과정), 유영진(공동저자, GIST 박사과정), Vantari Siva(공동저자, GIST)

용 어 설 명

1. 나노 포토닉 구조

- 물질의 광학적인 성질을 이용할 수 있는 구조를 가지고 있거나 구조를 갖도록 만들어낸 물질을 포토닉 구조(Photonic structure)라고 한다. 포토닉 구조에서 구조의 크기나 격자의 간격 등이 파장과 비슷하거나 그보다 작을 때, 고반사/무반사/고흡수 등의 흥미로운 현상이 발생하기 때문에, 가시광 영역에서 광학적 효과를 보기 위해서는 구조의 크기나 격자의 간격 등이 수백 나노 미터 스케일이어야 한다. 이러한 포토닉 구조를 나노 포토닉 구조라고 한다.

2. 광퇴색

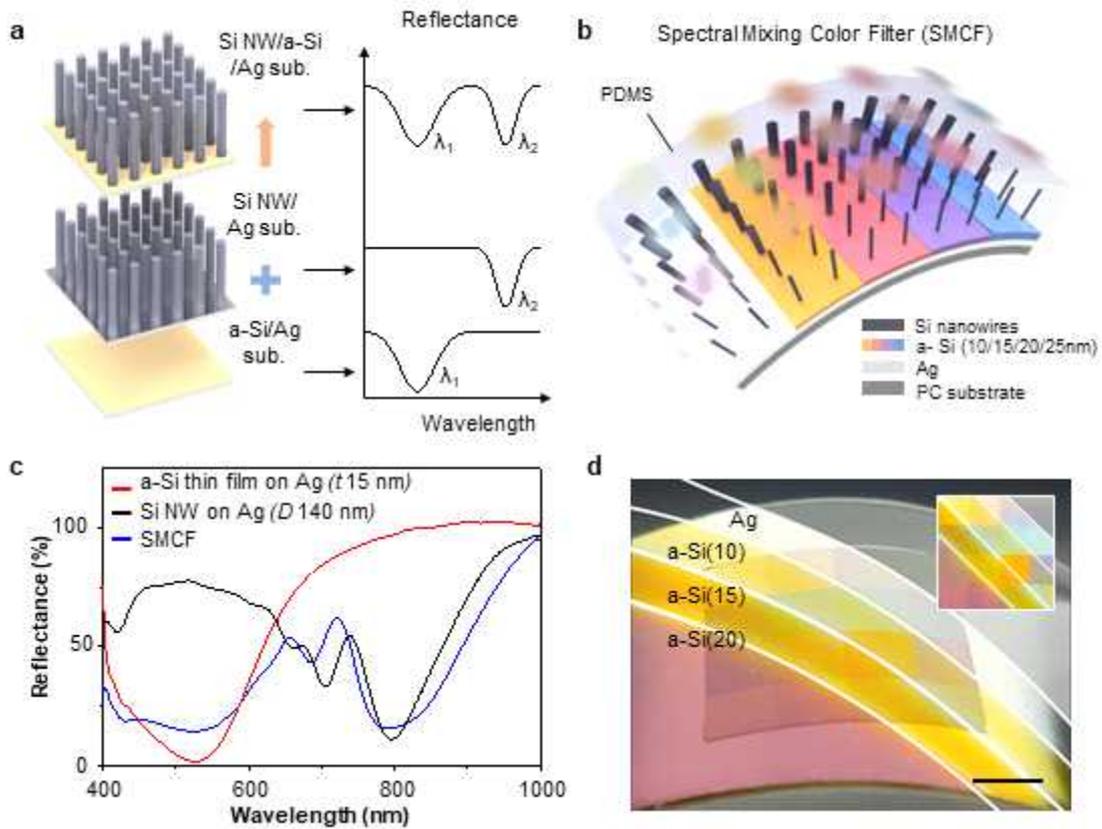
- 색을 가진 물체에 빛이 닿아서 퇴색하는 현상을 말한다. 물체가 착색하여 보이는 것은 일반적으로 그 물체가 나타내고 있는 색의 여색(餘色)을 흡수하고 있기 때문이다. 따라서 이 여색의 흡수는 가시부의 빛의 흡수이고, 그것은 물질의 전자 구조에 의한 것이므로 그 착색 물질의 전자 구조가 변화한 경우는 변색하거나 퇴색한다. 그 때문에 빛(특히 자외선 및 그것보다 짧은 파장인 것)을 흡수하여 구조에 변화가 생겼을 경우, 이러한 현상이 보이

는 것이다. 이 구조 변화는 가시광을 흡수하고 착색하는 분자가 광화학 반응, 특히 광분해, 광산화, 또는 광환원을 받음으로써 일어나는 경우가 많다. 우리들이 항상 경험하고 있는 퇴색은 태양광 속의 비교적 단파장의 것이 착색 물질 분자에 광화학 변화를 일으켜서 그 구조를 바꾸어 가시부의 뚜렷한 흡수를 잃게 하기 때문이다. 본질적으로 여러 가지 광화학 변화의 결과에 의한 것이므로, 그 구조도 여러 가지이고 특별히 광퇴색에 대응한 특별 반응 구조가 있는 것은 아니다.

3. 구조색

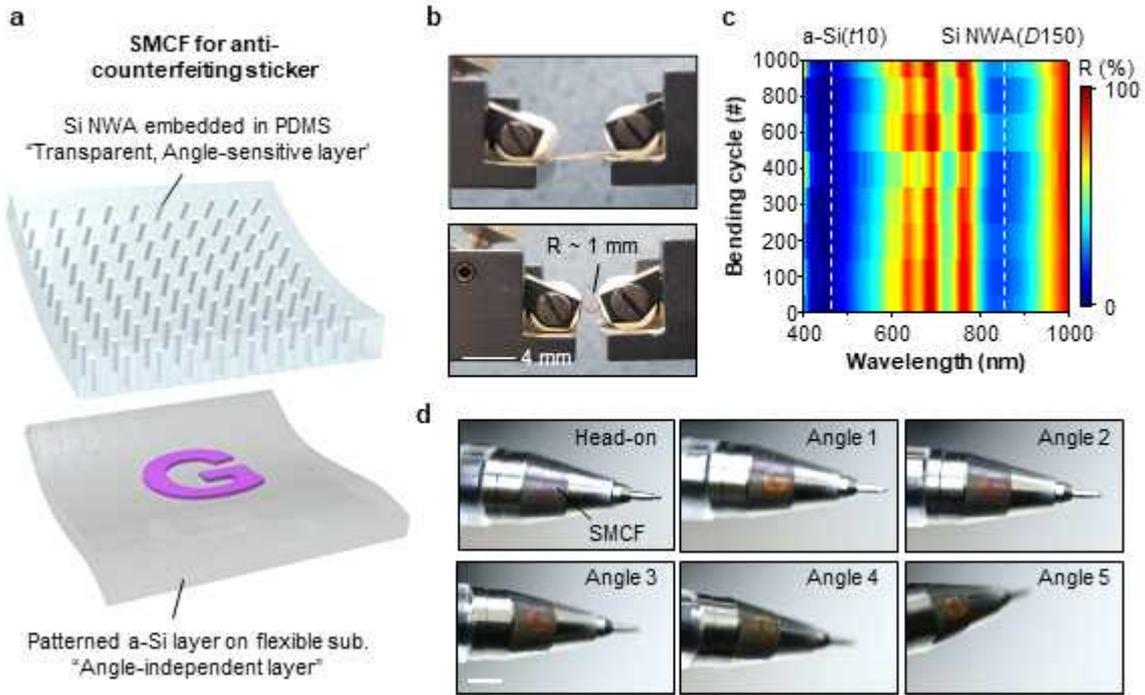
- 자연을 이루는 대부분의 색깔은 물질 고유의 색에 의해 정해지지만, 때로는 빛의 회절이나 간섭과 같이 순전히 물리적인 원리에 의해 나타나는 경우도 있다. 후자의 경우, 구조색(Structural color)이라고 한다. 구조색은 최근에 페인트, 자동차, 화장품, 섬유산업 등과 같이 시각적인 디자인 분야에서 여러 응용이 빠르게 성장하면서 큰 관심을 끌고 있다. 구조색은 미세한 마이크로 및 나노 구조에 의해 기인한다는 것이 최근 연구에 의해 밝혀졌고, 대표적으로 박막필름 간섭, 다층구조 간섭, 빛의 산란, 회절격자효과, 선택적 거울, 광자결정, 결정 파이버, 나노 채널 등 다양한 구조가 있다.

그림 설명



[그림1] 제안된 나노 포토닉 구조의 모식도 및 특성

(a) 2개의 나노 포토닉 구조의 적층을 통해 선형 결합이 가능한 유효 반사 스펙트럼의 모식도. (b) 구부러지는 형태의 전체 나노 포토닉 구조의 개념도. (c) 측정된 반사 스펙트럼. 붉은색 실선은 a-Si/Ag의 박막구조에 의한 반사 스펙트럼이고, 검은색 실선은 Si 나노선 배열에 의한 반사 스펙트럼이며, 파란색 실선은 두 구조를 적층했을 때의 반사 스펙트럼. (d) 서로 다른 a-Si 필름 두께 위에 실리콘 나노선 배열을 적층하였을 때의 광학 사진.



[그림2] 제안된 포토닉 구조를 이용해 시연한 접히는 위조방지 홀로그램 스티커 (a) 위조 방지 홀로그램 스티커의 개념도. (b) 기계적 특성 테스트를 위한 셋업 사진. (c) 기계적 특성 테스트 횟수(Bending cycle)에 따른 반사 스펙트럼. (d) 제작된 위조 방지 홀로그램 스티커의 다양한 각도에 따라 변하는 색상. 수직 각도(Head-on)에서 보여지는 보라색 색상은 a-Si/Ag 구조에 의한 색상이며, 기울어진 각도 (Angle1,2,3,4,5)에서의 색상은 실리콘 나노선 배열의 공진이 개입되면서 변하는 색상임.