



지스트(광주과학기술원) 보도자료

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

보도시점	배포 즉시 보도 부탁드립니다.	
배포일	2020.06.18.(목)	
보도자료 담당	홍보팀 김효정 팀장	062-715-2061
	홍보팀 이나영 선임행정원	062-715-2062
자료 문의	전기전자컴퓨터공학부 송영민 교수	062-715-2655

지스트 송영민 교수 연구팀 인공 망막에 적용 가능한 반도체 “나노선 다발”의 광학적 현상 규명

- 고밀도의 불규칙하게 분포하는 반도체 나노선 다발의 광학적 현상 규명
- 사람 눈보다 훨씬 해상도가 높은 인공 망막 소재로 사용 기대

□ 지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 전기전자컴퓨터공학부 송영민 교수 연구팀이 고밀도의 불규칙하게 분포하는 반도체 나노선 다발*의 광학적 현상을 규명하였을 뿐 아니라 최적의 나노선 다발 구조를 대면적으로 제작할 수 있는 방법을 제안하였다.

* 나노선 다발: 머리카락의 1000분의 1 굵기인 나노선 여러 개를 묶어 만든 다발

- 반도체 소재 기반의 수직형 나노선 어레이*는 우수한 기계적, 전기적, 광학적 특성을 기반으로 최근 차세대 전자소자의 핵심 소재로 주목받고 있다. 그러나 대부분의 나노선 어레이는 수십 내지 수백 나노미터(10억분의 1미터)의 아주 작은 크기의 구조를 가지고 있어 전자빔 리소그래피(Lithography)** 공정 과정을 통해 제작이 되기 때문에 비용이 많이 들며 대면적 제작에 어려움이 있다.

* 수직형 나노선 어레이: 수십 내지 수백 나노미터의 직경을 가지고, 수 마이크로미터의 높이를 가지는 매우 가느다란 기둥의 규칙적인 배열. 나노숲(nano-forest)으로도 불린다.

** 전자빔 리소그래피: 가늘게 오므려 조인 전자빔에 의해서 선풍 1 μ m 전후 혹은 그 이하의 미세한 LSI 패턴을 정확하게 묘사하는 기술

- 또한, 반도체 나노선 어레이는 거시세계에서 관찰 가능한 광 스펙트럼 현상을 기반으로 하여 고효율의 태양전지, 이미지 센서, 레이저 등 소자로의 응용으로만 주로 연구가 진행되어 왔다.

□ 연구팀은 이제까지 주목받지 못했던 고밀도/불규칙적인 반도체 나노선 다발 내에서 일어나는 미시적인 광학적 현상을 3차원 파동방정식 기반의 해석 방법을 통해 규명하였으며, 이를 실험적으로 관찰하였다.

- 연구팀은 이러한 기존 연구의 한계를 극복하기 위해 리소그래피 공정 과정 없이 실리콘 웨이퍼 전면에 고밀도의 매우 가느다란 갈륨비소(GaAs) 나노선 다발을 성장시켰다. 또한 성장된 나노선 다발을 투명한 폴리머인 PDMS 물질로 코팅한 뒤에 면도날로 긁어내는 방법을 이용하여 실리콘 웨이퍼(반도체의 재료가 되는 얇은 원판)에서 고밀도의 나노선 다발을 분리하였다.

- 본 연구를 통해 제안된 방법은 값이 싼 실리콘 웨이퍼 위에 성장시킬 수 있고, 성장된 나노선 다발을 분리한 후에 웨이퍼를 다시 재활용 할 수 있어 경제적으로 매우 큰 장점이 있다.

* 종횡비: 나노선의 가로 직경 대비 높이의 비율을 의미하는 것으로, 종횡비가 클수록 가느다랗고 긴 나노선을 의미

□ 송영민 교수는 “기존 수직형 반도체 나노선 어레이의 한계인 전자빔 리소그래피 공정이 필요하다는 점과 기존에 조명되지 않았던 나노선 다발 내의 미시적인 광학적 현상을 규명했다는 데 이번 연구의 가장 큰 의의가 있다” 면서 “특히 나노선 다발의 선택적 파장 흡수 특성은 물리적으로 복제 불가능한 보안 하드웨어로 사용될 수 있으며, 사람 눈보다 훨씬 해상도가 높은 인공 망막 소재로 사용될 수 있을 것으로 기대된다” 고 말했다.

□ 이번 연구는 과학기술정보통신부·한국연구재단 미래소재디스커버리 사업과 기초연구실지원사업, 글로벌박사양성 사업의 지원으로 수행되었으며, 연구성과는 광학분야 국제학술지 어드밴스드 옵티컬 머티리얼즈(Advanced Optical Materials)에 6월 15일 자 온라인으로 게재되었다. <끝>

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

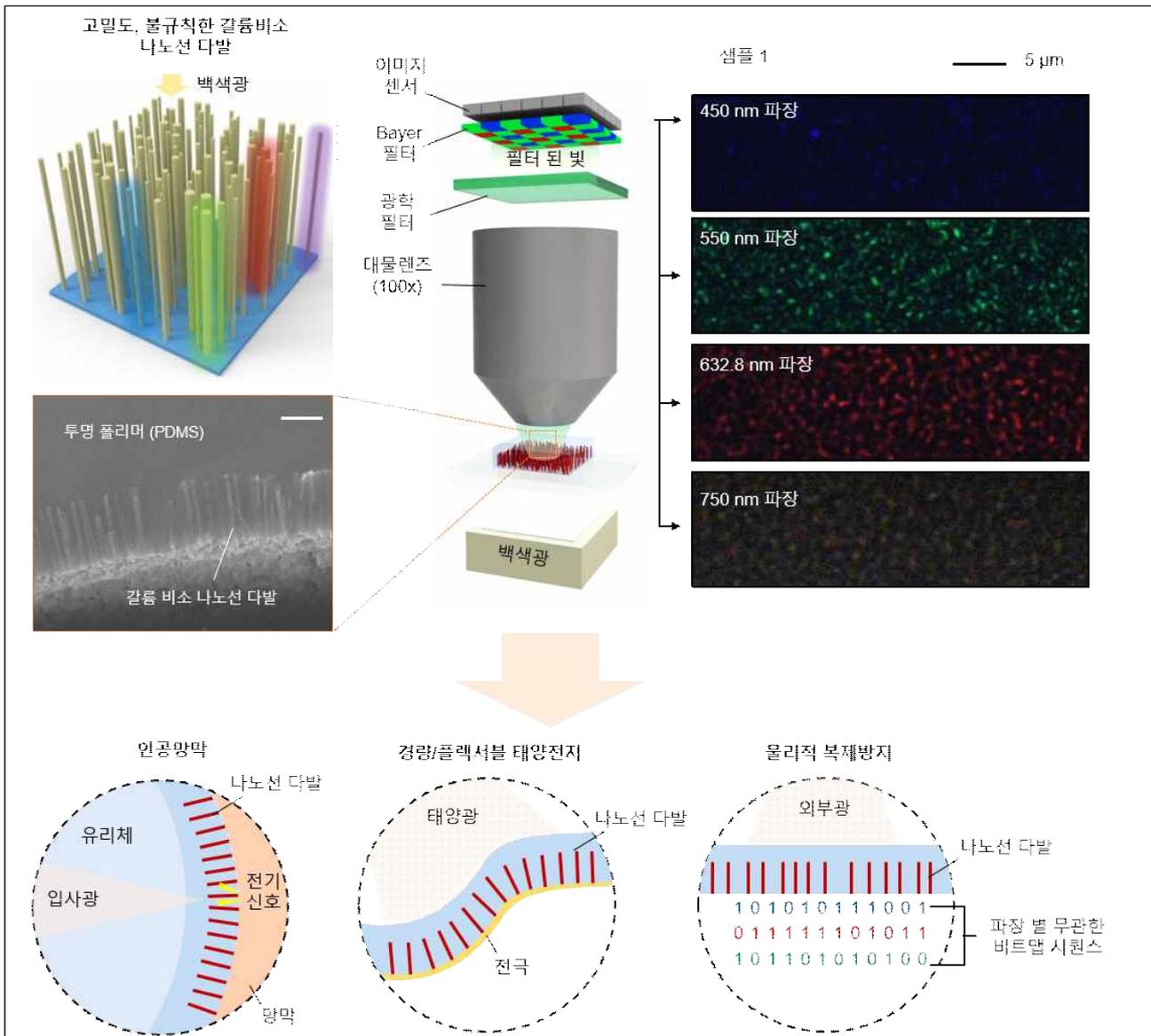
- 논문명 : Selective and Sensitive Photon Sieve Based on III-V Semiconductor Nanowire Forest Fabricated by Lithography-free Process
- 저자 정보 : 송영민(지스트, 교신저자), 이길주(지스트, 공동 제1저자), 박광욱(전북대학교, 공동 제1저자), 김민석(지스트, 공동저자), 장세희(지스트, 공동저자), 석태준(지스트, 공동저자), 박홍규(고려대학교, 공동저자), 주건우(한국과학기술연구원, 공동저자), 김규정(부산대학교, 공동저자)

용어 설명

1. 수직형 나노선 어레이

- 반도체, 도체, 또는 절연체 물질로 구성된 수십 내지 수백 나노 미터 크기로 일정한 간격으로 배치된 구조체를 의미한다. 특히, 반도체 물질로 구성될 경우 주변 공기 매질과 비교해 굴절율 차이가 커져 빛-물질 상호작용(Light-matter interaction)이 일반 유전체 물질과 비교해 매우 강하게 일어난다. 이러한 광학 현상을 바탕으로 고효율의 태양전지, 포토다이오드, 레이저 등에 응용되고 있다. 다만, 균일한 배치를 위해서 전자빔 리소그래피나 EUV 공정과 같은 비용이 비싸고 소요시간이 긴 공정 방법을 사용하는 게 일반적이라 저비용/대면적 공정에 대한 수요가 많다.

그림 설명



(그림1) 고밀도/불규칙한 갈륨비소 나노선 다발의 구조적, 광학적 특성 (위) 및 응용 분야 (아래)

본 연구팀에 의해 원리가 규명되고 제작된 고밀도, 불규칙한 갈륨비소 나노선 다발은 투명 폴리머인 PDMS 내에 매립되어 있고, 광학 현미경으로 관찰 시에 파장에 따라 전혀 다른 색상의 점 패턴(dot pattern)이 관찰됨. 이는 나노선 다발 내에서 직경에 따라 선택적인 파장 흡수가 일어나기 때문임.

이러한 현상을 이용하여 아래에 있는 것처럼 3가지의 대표적 응용이 가능할 것으로 기대됨. (좌) 인공 망막, (가운데) 경량/플렉서블 고효율 태양전지, (우) 물리적 복제방지 하드웨어