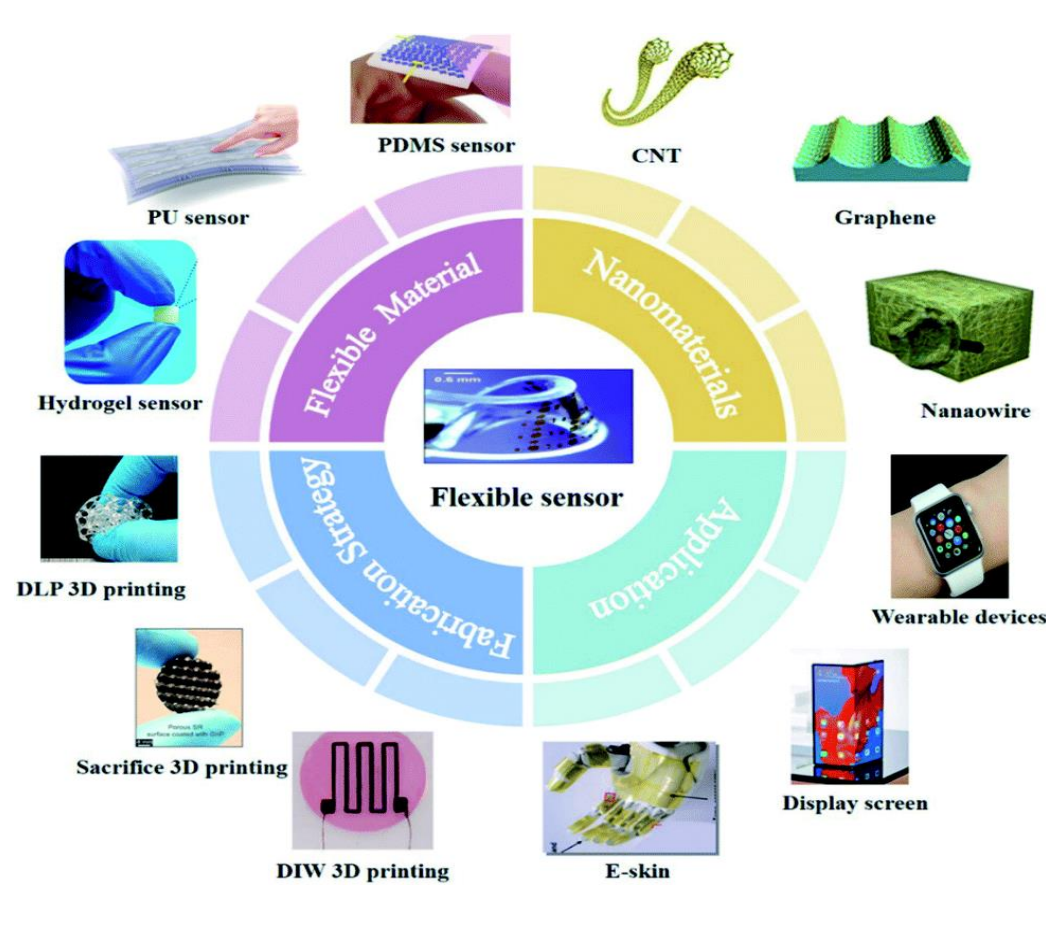
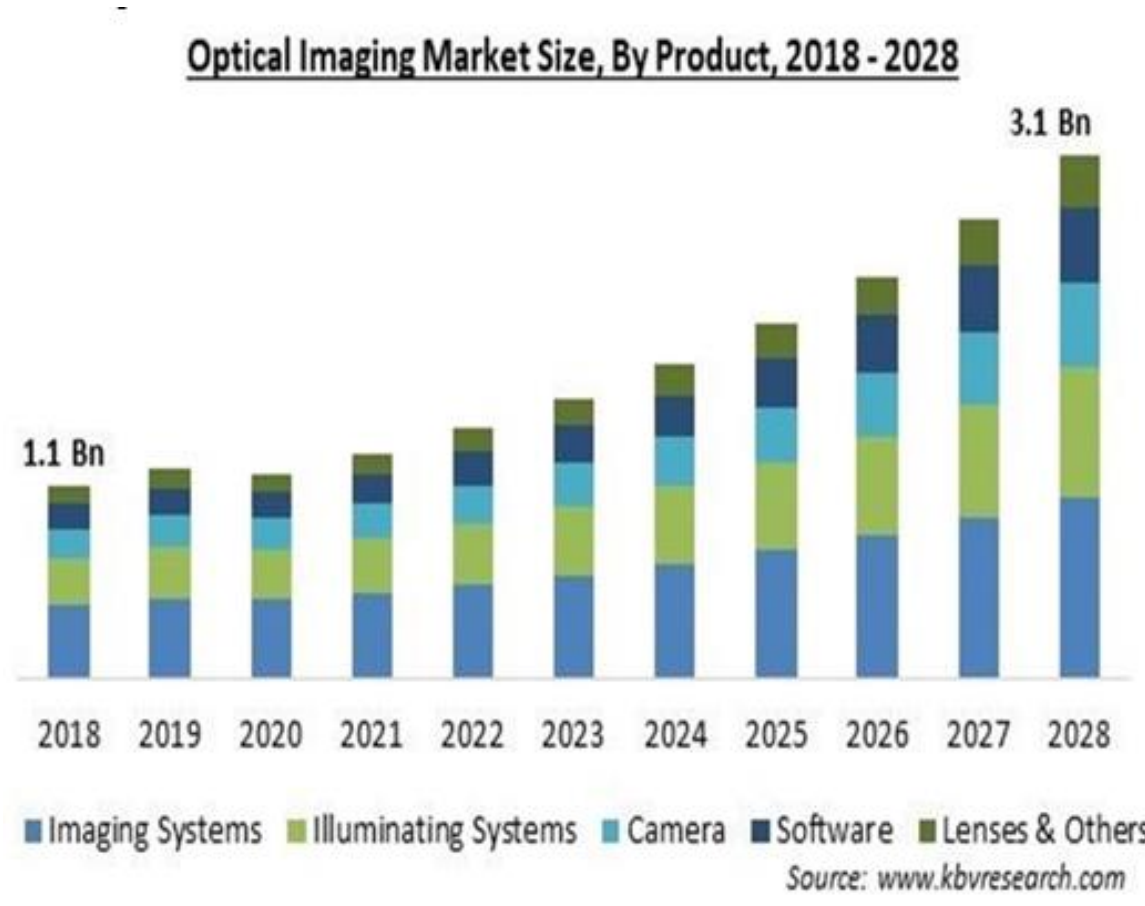


반도체 나노구조 기반 광센서 제작 및 특성평가

학과 | 정보소재공학
지도교수 | 김진수

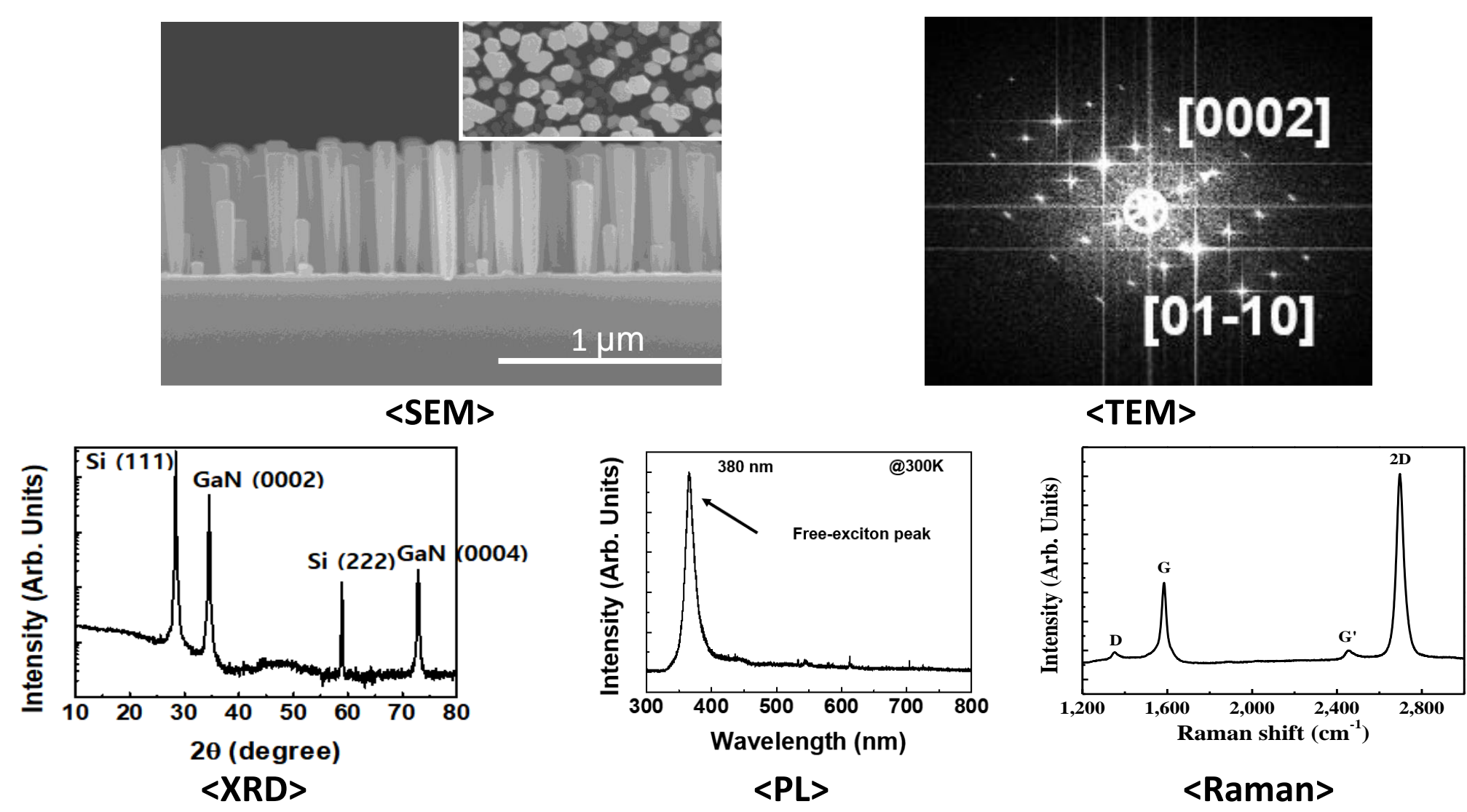
팀명 | 공대 4호관
팀원 | 김재서, 하재민, 구령경, 임찬솔

제작동기



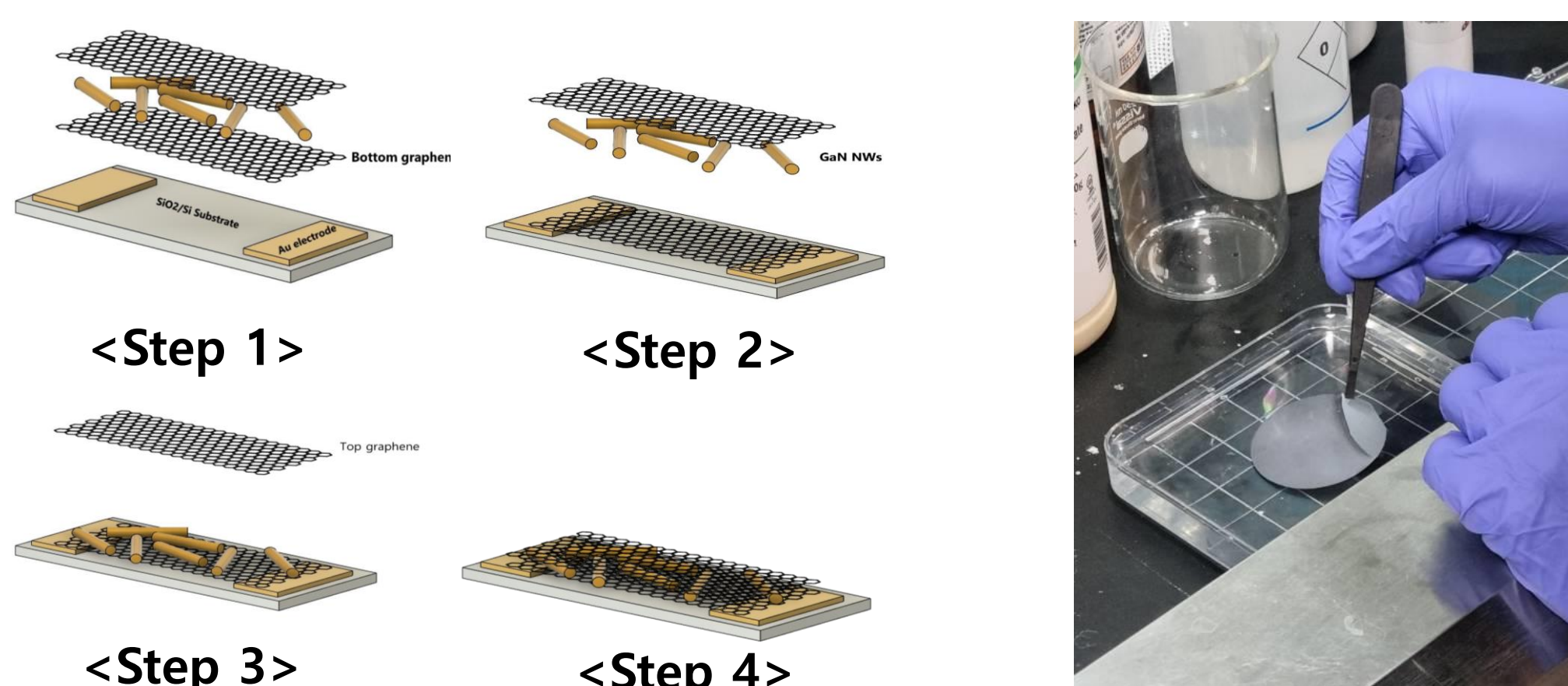
- 현대 사회에서 광센서는 자동화 시스템, 의료, 환경, 전자제품, 자동차 등 다양한 분야에서 필수적인 부품으로 자리 잡고 있다. 특히 미래에는 웨어러블 또는 부착형 시스템으로 발전하여 우리 몸 안이나 몸에 통합되어 사용될 것으로 예측된다.
- 그 중 이미징, 분광학 및 무선 광통신 등 UV 파장을 사용하는 Flexible GaN nanowire(NW) 광센서는 높은 광전류를 가졌으나, 광전효과로 생성된 전자를 모두 수용하지 못해 온전하게 활용하지 못한다는 한계가 존재한다.
- 본 조는 이를 개선하기 위해 뛰어난 mechanical, ultrafast charge transport 성질을 가지고 있는 그래핀을 활용했다. 전자의 이동통로로 사용되는 하부 그래핀의 층수를 조절하고 이에 따른 특성을 분석하여 최적의 model을 설계하게 되었다.

제작과정



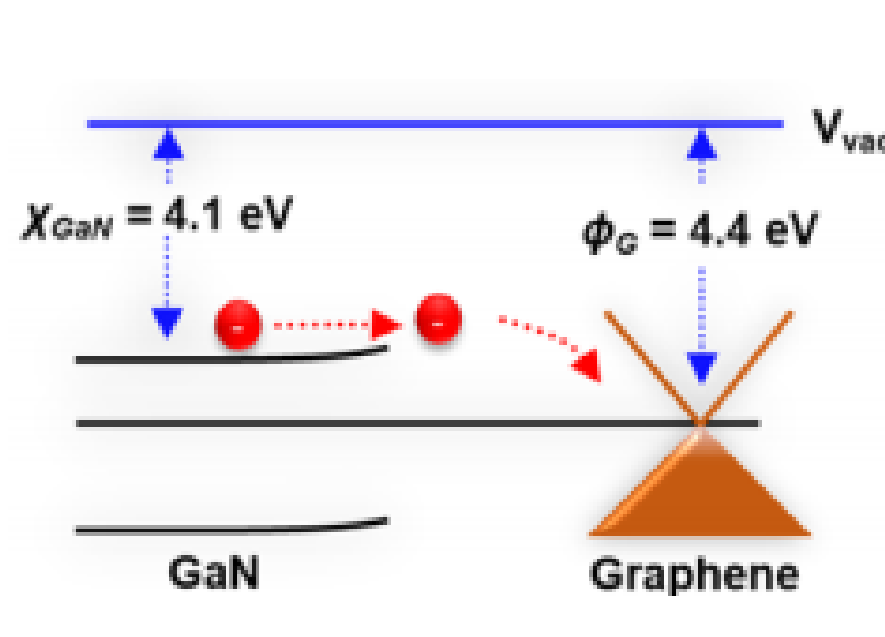
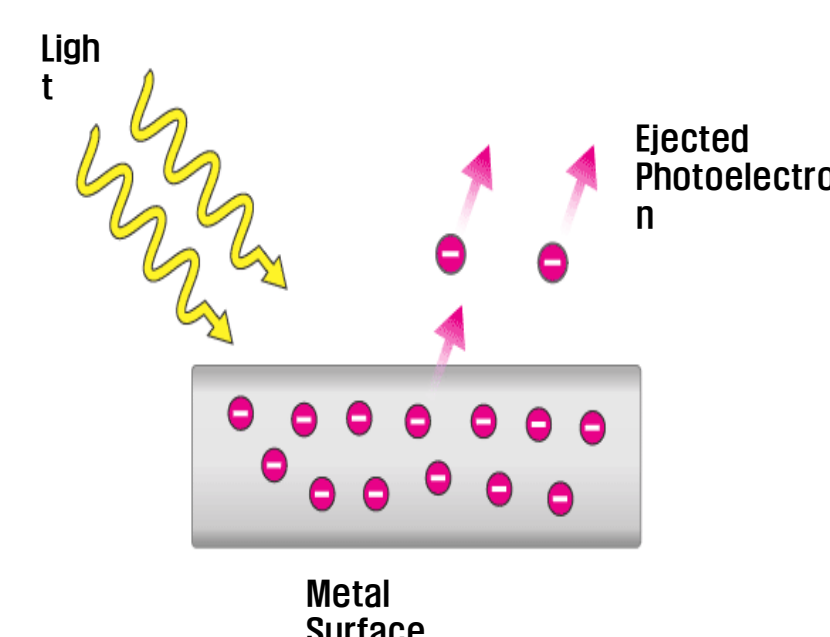
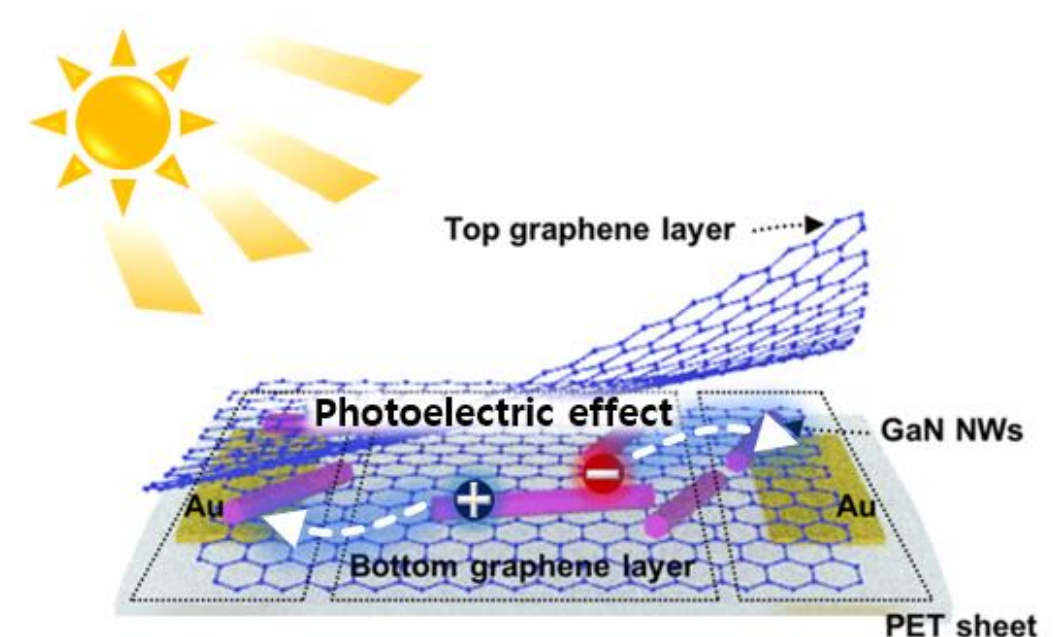
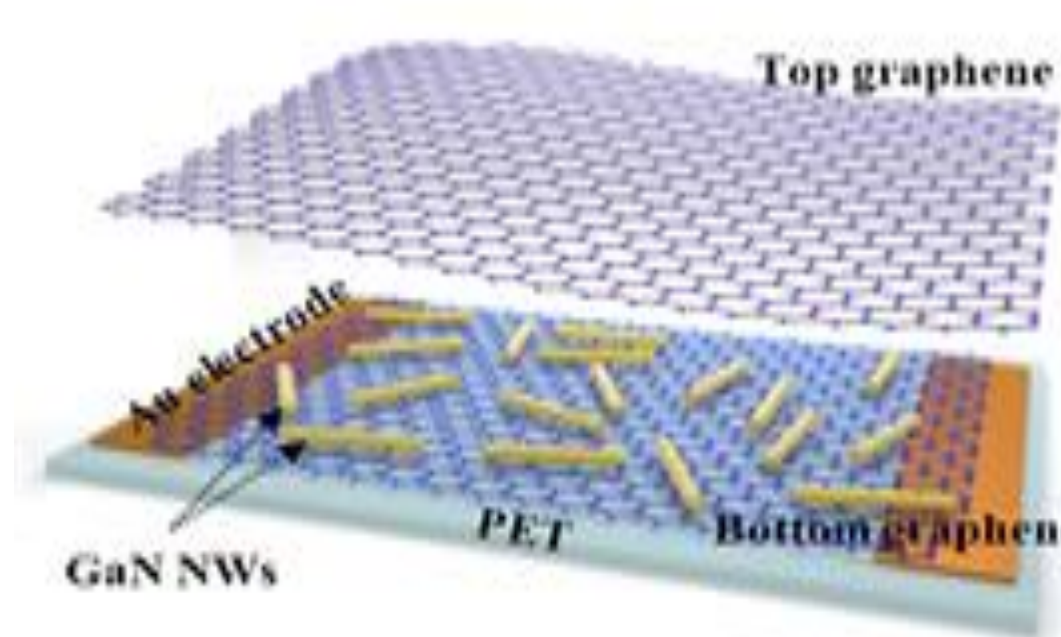
GaN NW & 그래핀 특성 평가

GaN NW를 Molecular Beam Epitaxy(MBE)로 성장시킨 후 주사전자현미경(SEM), 투과전자현미경(TEM), X-ray diffraction(XRD), Photo luminescence(PL), Raman spectrography를 이용해 특성 평가를 실시하여 길이 및 결함 정도를 확인하였다.



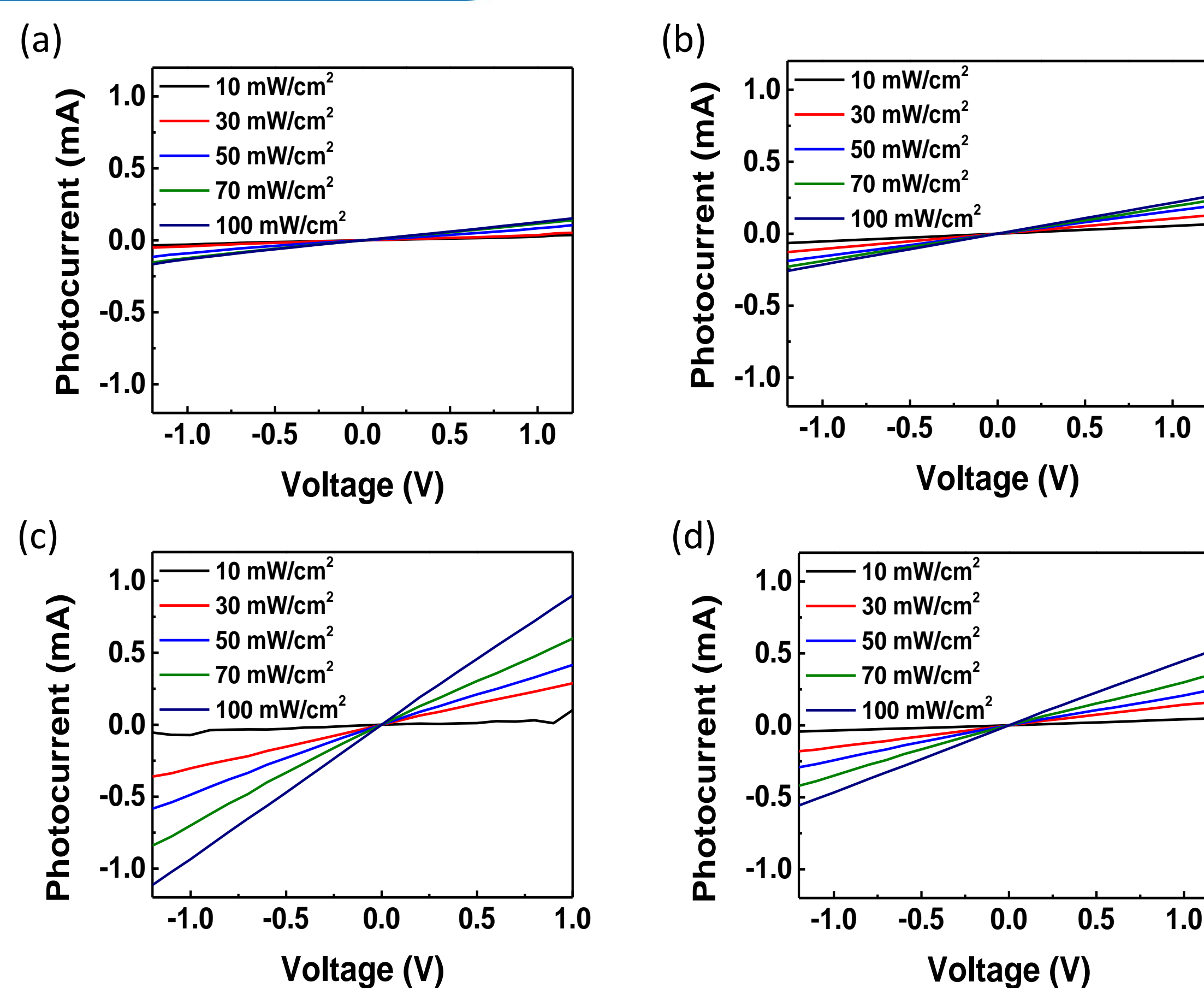
- <Step 1> Si/SiO₂ 기판 위 Au 전극 부착
- <Step 2> 하단 그래핀을 기판 위 전사(0~3층 조절)
- <Step 3> 하단 그래핀 위 GaN NW 무작위 배향
- <Step 4> 상단 그래핀 전사하여 광센서 제작

작품설명



- 빛을 받으면 광전효과에 의해 GaN NW에서 전자를 방출하며 그래핀과의 일함수 차이로 인해 생성된 전자는 그래핀으로 이동한다.
- 전자 이동 채널인 그래핀을 통해 전극까지 이동하여 광전류가 흐르게 된다.
- 특성을 개선하기 위해 하단 그래핀의 층 수를 추가하여 광전류를 상승시켰다. 그러나, 층수가 증가할수록 전자의 이동을 방해하는 Schottky barrier 높이(SBH)의 상승으로 부정적인 영향이 커져 이를 최소화한 최적의 model을 설계하게 되었다.

결과 및 기대효과



빛 강도에 따른 (a) PSN, (b) PSS, (c) PSD, (d) PST의 I-V 특성 곡선

- 하단 그래핀 층 수를 0~3층까지 달리하여 GaN NW가 내장된 광센서의 특성평가를 진행하였다. 그 결과, 4개의 sample 중 (c) PSD의 특성이 가장 좋게 측정되었다.
- PSS보다 PSD의 광전류가 높게 나타나는 것은 GaN NW에서 생성된 전자를 수용하는 효과가 더욱 커졌기 때문이다. 하지만 PST의 경우 PSD보다 낮은 광전류를 보였는데, 이는 전자 수용 효과보다 SBH 상승에 따른 전자 이동 억제 효과가 더 크게 작용하여 그래핀으로의 전자 이동이 감소했기 때문이다.
- 실험을 통해 Trade-off 관계에 놓인 위 두 효과의 적정점을 찾아내 최적의 모델을 구현함으로써 광센서의 특성을 개선하였다. 본 실험을 통해 광센서 및 광통신 분야에서 빠르고 안정적인 데이터 전송에 도움이 되고 응답 속도와 신뢰성을 향상시켜 긍정적인 효과를 가져올 것이라 기대한다.