TW-P043

Reliable charge retention in nonvolatile memories with van der Waals heterostructures

Dongri Qiu, Eun Kyu Kim

Department of Physics, Hanyang University, Seoul 04763, Korea

The remarkable physical properties of two-dimensional (2D) semiconducting materials such as molybdenum disulfide (MoS_2) and tungsten disulfide (WS_2) etc. have attracted considerable attentions for future high-performance electronic and optoelectronic devices. The ongoing studies of MoS_2 based nonvolatile memories have been demonstrated by worldwide researchers. The opening hysteresis in transfer characteristics have been revealed by different charge confining layer, for instance, few-layer graphene, MoS_2, metallic nanocrystal, hafnium oxide, and guanine. However, limited works built their nonvolatile memories using entirely of assembled 2D crystals. This is important in aspect view of large-scale manufacture and vertical integration for future memory device engineering. We report WS_2 based nonvolatile memories utilizing functional van der Waals heterostructure in which multi-layered graphene is encapsulated between SiO_2 and hexagonal boron nitride (hBN). We experimentally observed that, large memory window (20 V) allows to reveal high on-/off-state ratio (>10^3). Moreover, the devices manifest perfect retention of 13% charge loss after 10 years due to large graphene/hBN barrier height. Interestingly, the performance of our memories is drastically better than ever published work related to MoS_2 and black phosphorus flash memory technology.

Keywords: nonvolatile memories, WS2, hBN, graphene, retention

TW-P044

고투과특성을 지닌 중적외선용 무반사 실리콘 서브파장구조 설계 (Design of silicon subwavelength structures with extremely transparent property for mid-infrared applications)

신명규, 이종헌, 송영민

부산대학교

중적외선 물질에는 Ge, ZnS, ZnSe, Si 등이 있으나 고굴절율이므로 반사가 매우 크게 발생을 한다. 이를 줄이기 위해 다층 박막 무반사 코팅을 일반적으로 사용하지만 열에 취약함, 적합한 물질을 찾는 것이 매우 어려움, 다층 박막으로 제작 시 두께가 매우 두꺼워짐의 단점이 있다. 또한 Ge, ZnS, ZnSe 의 소재는 가격이 Silicon에 비해 매우 비싸다. 그러므로 RCWA(Rigorous Coupled Wavelength Analysis) 시뮬레이션을 이용하여 상대적으로 저렴한 소재임에도 고투과성을 지닌 중적외선용 무반사 실리콘 서브파장구조(Subwavelength Structures, SWSs)를 제안한다.

본 연구에서는 원기둥, 원뿔, 파라볼라, 잘린 원뿔(truncated cone) 등의 형태에 따른 투과율 특성을 파악하여 최적구조가 파라볼라 형태임을 증명하였다. 또한 서브파장구조의 주기, 높이의 특성을 조절하여 공정 시의 종횡비(Aspect ratio)를 고려한 최적형태를 제안하였다. 중적외선 영역(3 μm ~ 5 μm)에서 일반 Silicon의 적외선 영역에서 평균 55%의 낮은 투과율을 보이나, 양면에 무반사 구조를 설계 하였을 때 평균 94%의 높은 투과율을 확인할 수 있다.

다양한 형태를 가진 무반사 실리콘 서브파장 구조물을 RCWA 방식으로 계산함으로서 특성을 파악하며 최적구조를 설계 할 수 있다. 또한 단면에 비하여 양면으로 SWSs 구조를 제작할 시 매우 두드러지는 투과특성을 확인할 수 있다. 고굴절율이지만 뛰어난 투과특성을 이용하여 초소형 적외선 카메라 렌즈 뿐만 아니라 적외선 광검출기, 광학 필터 등에 이용 가능할 것으로 예상된다.

Keywords: 중적외선, RCWA, 서브파장 구조