

플라즈마 처리에 따른 그래핀의 결함(Defect)발생 연구

임영대^{a*}, 라창호^a, 이승환^a, 유원종^a

^a성균관대학교 나노과학기술협동학부 (E-mail: greenns@skku.edu)

초 록: 플라즈마 처리에 따른 그래핀의 결함발생 연구에 대해 보고한다. 본 연구에 적용된 그래핀은 그래파이트에서 박리된 그래핀 (Exfoliated graphene: EG) 과 CVD 방법으로 합성된 그래핀 (CVD-G) 이다. 본 연구에서는 플라즈마에 처리조건에 따른 CVD-G 와 EG 간의 차이점에 대해 실험적 분석 및 이론적 해석을 수행하였다.

1. 서론

탄소(Carbon) 단층구조로 이루어진 물질인 그래핀은 그 고유의 물리적, 전기적 특성을 가진 2차원 전자소재다. [1,2] 이러한 그래핀은 화학기상증착법(CVD method)을 통해 대면적으로 합성할 수 있으며 이로 인해 미래전자소자에 적합한 신소재 물질로 각광받고 있다. [3] 이와 같은 그래핀이 플라즈마에 노출될 경우 플라즈마로부터 발생하는 에너지 (예: 이온충격에너지, 이온-전자 재결합에너지 등) 가 그래핀의 결함발생 원인이 된다. [4-6] 본 연구에서는 플라즈마 처리조건에 따른 그래핀(EG, CVD-G) 의 결함발생 분석 및 해석을 위해 Raman spectroscopy, AFM, XPS, Device characterization 을 수행하였다.

2. 본론

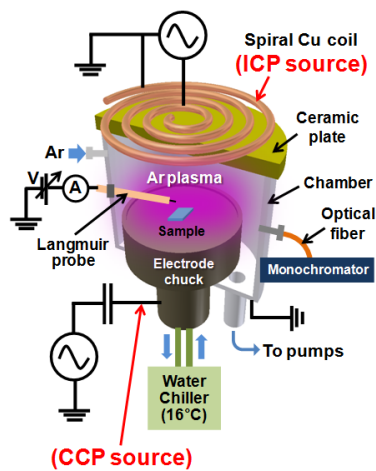


Figure 1. 플라즈마 반응기

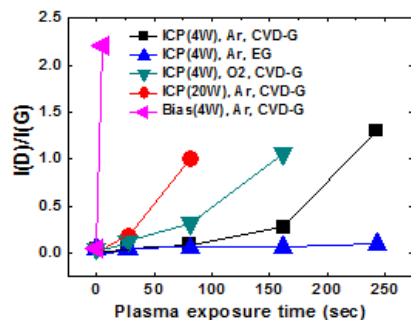


Figure 2. 플라즈마 처리에 따른 I(D)/I(G) 변화

Fig. 1 은 본 그래핀 클리닝을 위한 장비인 플라즈마 반응기 모식도다. ICP coil 은 13.56 MHz 의 RF generator 에 연결된다. SiO₂ 기관 위에 존재하는 그래핀은 수냉되는 electrode chuck 에 thermal contact 된다. 알루미늄으로 제작된 electrode chuck 은 12.50 MHz 의 RF generator 에 연결된다. 가스인 아르곤 (Ar) 또는 산소 (O₂) 는 각각의 MFC 를 통하여 reactor 내부로 주입된다. 플라즈마 밀도는 ICP power 에 비례하며 극저밀도 범위의 플라즈마를 형성하기 위해 매우 작은 ICP power를 인가한다. 플라즈마 압력은 ICP가 발생하는 범위에서 설정된다. 플라즈마 분석기기인 langmuir probe system, optical emission spectroscopy (OES) 를 이용하여 실시간으로 ICP power, 압력 변화에 따른 플라즈마 밀도, 전자온도, 라디칼의 밀도를 측정한다. 플라즈마 조건에 따른 그래핀의 결함발생 여부를 판단하기 위해 플라즈마 처리 후 Raman spectroscopy 분석을 이용한다. Fig. 2 은 플라즈마 소스, 파워, 그래핀 형성방법에 따른 I(D)/I(G) ratio 결과다. 동일한 Ar-ICP (4W) 에 노출되었지만 EG 의 경우 I(D)/I(G) ratio 는 250 s 까지 거의 0 인 반면 CVD-G 의 경우 I(D)/I(G) ratio 는 75 s 이후 급격히 증가함을 확인할 수 있다. O₂ plasma 는 그래핀과 쉽게 화학 반응하여 결함발생이 상대적으로 빠르게 일어난다. ICP (20W) 일 경우 상대적으로 높은 이온-전자 재결합에너지로 인해 결함발생이 가속화된다. Bias power (CCP) 가 적용될 경우 높은 이온충격에너지로 인하여 I(D)/I(G) 는 급격히 증가하였다.

3. 결론

그래핀의 형성방법 및 플라즈마 처리에 따른 결함발생에 대해

연구하였다. CVD-G 가 EG 에 비해 플라즈마 처리에 따른 결함 발생이 상대적으로 높다. 이는 결함 발생이 나타나지 않는 플라즈마 공정조건 확보 측면에서 볼 때 CVD-G 의 플라즈마 방전지속시간 window 폭이 EG 의 경우에 비해 좁다는 것으로 해석할 수 있다. 이 원인을 정확히 파악하고 CVD-G 에 적합한 플라즈마 공정을 개발하기 위해서는 CVD-G 와 EG 간의 플라즈마 처리 특성상의 차이점에 대해서 실험적 분석 및 이론적 해석이 필요한 시점이다.

참고문헌

1. K. S. Novoselov et al. *Nature* **2005**, *438*, 197-200.
2. Y. B. Zhang et al. *Nature* **2005**, *438*, 201-204.
3. X. Li et al. *Science* **2009**, *324*, 1312-1314.
4. Y.-D Lim et al. *ACS Nano* **2012**, *6*, 4410-4417, 2012.
5. A. Nourbakhsh et al. *Nanotechnol.* **2010**, *21*, 435203.
6. O. Lehtinen et al. *Phys. Rev. B* **2010**, *81*, 153401.