

## 그래핀 표면처리를 통한 high-k dielectrics 증착

김기석<sup>a\*</sup>, 김경남<sup>a</sup>, 염근영<sup>a,b</sup>

<sup>a\*</sup>성균관대학교 신소재공학부(E-mail:kks159kks@naver.com), <sup>b</sup>성균관대학교 나노과학기술원

**초 록:** CVD 로 성장된 그래핀 표면위에 transfer 와 lithography 공정에서 잔류하게 되는 PMMA residue 는 mobility 의 감소와 high-k dielectrics 의 증착을 방해하는 결정적인 요인이다. 우리는 최적화 되어진 Ar ion beam 을 통해 PMMA residue 를 damage 없이 효과적으로 제거하였고, 손쉽게 high-k dielectrics 를 uniform 하게 증착할 수 있었다.

### 1. 서론

그래핀을 이용한 field-effect transistors를 개발하기 위해서는 high-k dielectrics를 conformal, pinhole-free, ultrathin 하게 증착해야 한다. 하지만 defect 없는 그래핀은 sp<sup>2</sup> bonding 을 하고있는 honeycomb structure 로 화학적으로 매우 안정화 되어있어 dangling bonds 가 없다.

### 2. 본론

이론적으로 defect 없는 그래핀은 dangling bonds 가 없어야 하지만 이차원 물질에서 완벽한 crystal 로 존재하는 것은 불가능하다. 그렇기 때문에 그래핀의 grain boundary 와 wrinkle 이 충분히 high-k dielectrics 과 공유결합 할 수 있는 nucleation site 역할을 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 CVD 로 성장된 그래핀 표면위에 high-k dielectrics 증착이 어려운 이유는 transfer 와 lithography 공정에서 완벽하게 제거되지 않고 잔류하고있는 PMMA residue 때문이다. PMMA residue는 그래핀의 field effect mobility를 감소시키고, p-type doping 효과로 인해 고유의 성질을 변형시킬 뿐만 아니라 atomic layer deposition(ALD) 공정시에 precursor 의 absorption 손실률이 매우 높아 high-k dielectrics 증착을 방해하는 결정적인 요인이 된다.

### 3. 결론

본 연구에서는 Quadrupole mass spectroscopy 통해 최적화되어진 Ar ion beam을 이용하여 그래핀 표면에 잔류하고 있는 PMMA residue를 damage 없이 효과적으로 제거되는 것을 Raman spectroscopy, transmission electron microscopy (TEM), atomic force microscopy (AFM), scanning electron microscopy (SEM), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)를 통해 명확하게 확인할 수 있었고, PMMA residue 가 제거된 그래핀 표면 위에 grain boundary 와 wrinkle 을 nucleation site 로 HfO<sub>2</sub> 가 uniform 하게 증착되는 것을 증명할 수 있었다.

### 참고문헌

1. K. S. Novoselov, D. Jiang, F. Schedin, T. J. Booth, V. V. Khotkevich, S. V. Morozov, A. K. Geim, , *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **2005**, *102(30)*, 10451-10453.
2. J. C. Meyer, A. K. Geim, M. Katsnelson, K. Novoselov, T. Booth, S. Roth, , *Nature.* **2007**, *446(7131)*, 60-63.
3. X. Li, W. Cai, J. An, S. Kim, J. Nah, D. Yang, R. Piner, A. Velamakanni, I. Jung, E. Tutuc, S. K. Banerjee, L. Colombo, R. S. Ruoff, , *Science.* **2009**, *324(5932)*, 1312-1314.
4. A. Pirkle, J. Chan, A. Venugopal, D. Hinojos, C. Magnuson, S. McDonnell, L. Colombo, E. Vogel, R. Ruoff, R. Wallace, , *Appl. Phys. Lett.* **2011**, *99(12)*, 122108.
5. D. B. Farmer, Y. Lin, A. Afzali-Ardakani, P. Avouris, , *Appl. Phys. Lett.* **2009**, *94(21)*, 213106.
6. J. Chen, M. Ishigami, C. Jang, D. R. Hines, M. S. Fuhrer, E. D. Williams, , *Adv Mater.* **2007**, *19(21)*, 3623-3627.
7. Y. Lin, C. Lu, C. Yeh, C. Jin, K. Suenaga, P. Chiu, , *Nano letters.* **2011**, *11(1)*, 414-419.