

NW-P005

## Controlling the Work Functions of Graphene by Functionalizing the Surface of SiO<sub>2</sub> Substrates with Self-assembled Monolayers

조주미, 김유석, 차명준, 이수일, 정상희, 송우석, 김성환, 전승환, 박종윤\*

나노튜브 및 나노복합구조 연구센터, BK21 물리연구단, 성균관대학교, 수원 440-776

그래핀(Graphene)은 열 전도도가 높고 전자 이동도( $200\ 000\ \text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ )가 우수한 전기적 특성을 가지고 있어 전계 효과 트랜지스터(Field effect transistor; FET), 유기 전자 소자(Organic electronic device)와 광전자 소자(Optoelectronic device) 같은 반도체 소자에 응용 가능하다. 그러나 에너지 밴드 갭이 없기 때문에 소자의 전기적 특성이 제한되는 단점이 있다. 최근에는 아크 방출(Arc discharge method), 화학적 기상 증착법(Chemical vapor deposition; CVD), 이온-조사법(Ion-irradiation) 등을 이용한 이종원자(Hetero atom)도핑과 화학적 처리를 이용한 기능화(Functionalization) 등의 방법으로 그래핀을 도핑 후 에너지 밴드 갭을 형성시키는 연구 결과들이 보고된 바 있다. 그러나 이러한 방법들은 표면이 균일하지 않고, 그래핀에 많은 결함들이 발생한다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 자가조립 단층막(Self-assembled monolayers; SAMs)을 이용하여 이산화규소(Silicon oxide; SiO<sub>2</sub>) 기판을 기능화한 후 그 위에 그래핀을 전사하면 그래핀의 일함수를 쉽게 조절하여 소자의 전기적 특성을 최적화할 수 있다. SAMs는 그래핀과 SiO<sub>2</sub> 사이에 부착된 매우 얇고 안정적인 층으로 사용된 물질의 특성에 따라 운반자 농도나 도핑 유형, 디랙 점(Dirac point)으로부터의 페르미 에너지 준위(Fermi energy level)를 조절할 수 있다[1-3].

본 연구에서는 SAMs한 기판을 이용하여 그래핀의 도핑 효과를 확인하였다. CVD를 이용하여 균일한 그래핀을 합성하였고, 기판을 3- Aminopropyltriethoxysilane (APTES)와 Borane-Ammonia (Borazane)을 이용하여 각각 아민 기(Amine group; -NH<sub>2</sub>)와 보론 나이트라이드(Boron Nitride; BN)로 기능화한 후, 그 위에 합성한 그래핀을 전사하였다. 기판 위에 NH<sub>2</sub>와 BN이 SAMs 형태로 존재하는 것을 접촉각 측정(Contact angle measurement)을 통해 확인하였고, 그 결과 NH<sub>2</sub>와 BN에 의해 그래핀에 도핑 효과가 나타난 것을 라만 분광법(Raman spectroscopy)과 X-선 광전자 분광법(X-ray photoelectron spectroscopy; XPS)을 이용하여 확인하였다. 본 연구 결과는 안정적이면서 패터닝이 가능하기 때문에 그래핀을 기반으로 하는 반도체 소자에 적용 가능할 것이라 예상된다.

### References

- [1] Jaesung Park, Wi Hyoung Lee, Sung Huh, Sung Hyun Sim, Seung Bin Kim, Kilwon Cho, Byung Hee Hong, and Kwang S. Kim, *J. Phys. Chem. Lett.*, 2, 841-845, (2011)
- [2] Wi Hyoung Lee, Jaesung Park, Youngsoo Kim, Kwang S. Kim, Byung Hee Hong, and Kilwon Cho, *Adv. Mater.*, 23, 3460-3464, (2011)
- [3] Beidou Guo, Liang Fang, Baohong Zhang, Jian Ru Gong, *Insciences J.*, 1(2), 80-89, (2011)

**Keywords:** Graphene, SAMs