

설탕으로 만든 컴퓨터기판

—고체 탄소 소스로부터 그래핀을 제조하다—

2010년 노벨 물리학상은 단일-원자-두께 층의 탄소 그래핀(graphene)의 전기적 특성을 발견한 Andre Geim와 Kostya Novoselov에게 수여되었다. 그래핀은 독특한 물리·화학·기계적 특성을 지니고 있음과 동시에 쉽게 얻을 수 있다는 장점 때문에 단시간에 전세계에 걸쳐 과학과 기술분야의 관심을 받고 있다. 그래핀의 뛰어난 전자 이동도, 대용량의 표면적, 높은 기계적 강도 등으로 인해 향후 다양한 분야에 응용될 것으로 기대된다. 올해 초 투명전극과 터치스크린 판을 통합한 기술을 개발한 성균관대학교의 안종현, 홍병희 교수팀의 연구 결과는(J-H Ahn et al, *Nature Nanotechnology*, 2010, DOI: 10.1038/NNANO.2010.132) 대면적 그래핀 전극으로의 응용에 또 하나의 이정표를 만들었다고 할 수 있다. 이 연구에서는 30인치 이상 크기의 양질의 그래핀 제조를 성공시킴으로써 그래핀이 디바이스의 전극으로 사용할 수 있는 실용적 기술을 개발했다는 점에서 큰 의미가 있다. 이와 더불어, 양질의 그래핀을 대면적으로 제조하여 실리콘(silicon)을 대체할 차세대 전자소재로 사용하기 위해, 세계적으로 수많은 과학자와 기술자들의 활발한 연구가 진행되고 있다.

최근 라이스 대학(Rice University)의 James M. Tour 교수 연구팀은 고체 탄소 소스를 이용하여 간단히 양질의 그래핀을 대면적으로 제조할 수 있는 새로운 기술을 소개하였다(James M. Tour et al, *Nature*, Doi:10.108/nature09579). 기존 방법에서는 양질의 대면적 그래핀 성장을 위하여 메탄(Methane) 가스 등을 소스로 하여, 금속촉매를 통해 성장시키는 화학기상증착(Cheical vapor deposition, CVD) 방법을 이용하여 왔다. 그러나 Tour 교수의 연구팀은 금속 촉매 변화에 의존하는 기존의 연구와는 다르게 고체 소스인 테이블 설탕을 사용하여 차별화된 탄소 소스로, 상대적으로 낮은 온도에서 그래핀을 쉽게 만들 수 있는 원스텝 프로세스를 개발하였다. 기존의 CVD 방법보다는 낮은 온도인 800도, 그리고 낮은 압력 조건에서 폴리 메타크릴산 메틸(poly(methyl methacrylate), PMMA) 기판 위로 수소와 아르곤 기체를 10여분 동안 흐르게 하여 단일막 그래핀을 형성할 수 있었으며, 또한 가스 흐름의 비율을 변화시킴으로써 PMMA로부터 만들어지는 그래핀의 두께를 조절할 수 있었다.

다양한 고체 탄소 소스가 그래핀을 제조하는데 사용될 수 있다는 놀라운 사실을 발견한 이번 연구는 그래핀 형성과정의 매우 간단하다는 데에 의미가 있을 뿐 아니라, 대기압의 조건하에서 도핑 시약인 멜라민을 혼합한 PMMA를 이용하여 성장과 동시에, 그래핀에 질소를 도핑할 수 있는 획기적인 기술이기에 큰 의미가 있다. 그래핀에 질소를 도핑시킴으로써 밴드갭을 가지지 않는 순수한 그래핀에 밴드갭을 생성시켜, 전자적 구조를 조절하는 것이 가능하다. 도핑된 그래핀은 전계효과 트랜지스터, 스위칭이나 로직 소자를 만드는 데에 매우 중요한 역할을 할 수 있어, 전자소자에 적용될 그래핀을 생산할 기대되는 기술이라고 할 수 있다.

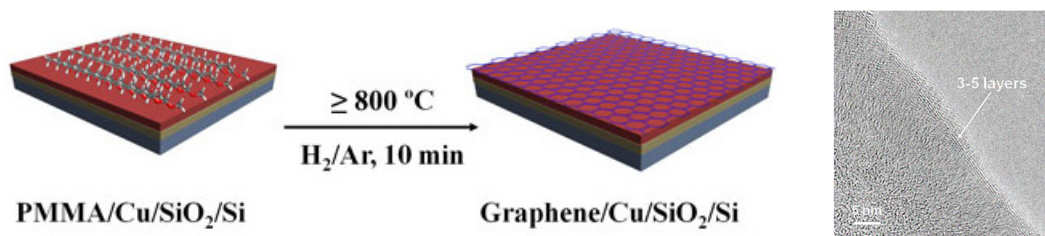


그림 Cu/SiO₂/Si 기판 위에 고체 PMMA 박막을 H₂/Ar 분위기에서 800도 이상으로 가열하여 단일층 그래핀을 성장시킬 수 있으며, 그 두께도 조절 가능하다.

<한국과학기술연구원 에너지재료연구단 장성연, e-mail: syjang@kist.re.kr>