

꿈의 나노물질 ‘그래핀 양자점’, 새로운 과학적 근거 마련했다

연구책임자 | 강원본부 기능성소재부품연구그룹_김강민 수석연구원, 강석현 포스트닥터

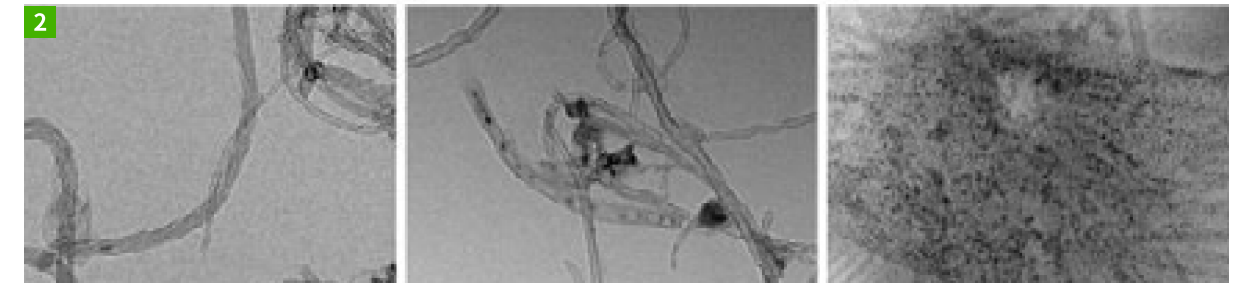
1. 강원본부
기능성소재부품연구그룹
김강민 연구원,
강석현 포스트닥터,
정경환 연구원.



1940년대 개발된 실리콘 소재가 IT 시대를 열어주었다면, 2004년 영국 맨체스터 대학에서 발견한 ‘그래핀(Graphene)’은 열전기 전도도 및 투명도가 매우 뛰어나 차세대 소재산업을 이끌 ‘꿈의 물질’로 불린다. 특히 이 물질을 수 나노미터(nm) 크기로 줄일 경우, 반도체 특성까지 지닌 ‘그래핀 양자점(Graphene Quantum Dot, GQDs)’을 구현해낼 수 있다. 강원본부 기능성소재부품연구그룹 김강민 수석연구원, 강석현 포스트닥터는 최근 펄스 레이저(Pulse Laser) 공정을 이용해 탄소나노튜브에서 그래핀 양자점을 제작할 수 있는 메커니즘을 세계 최초로 규명했다.

그래핀이란 탄소 원자들이 육각형 벌집 구조로 결정을 이룬 물질이다. 분자 1개 층으로 이루어져 있어 100억 분의 2m 정도로 매우 얇지만, 강철보다 200배 이상 강하고 다이아몬드보다 2배 이상 열전도성이 뛰어나다. 또한 현재 반도체로 사용되는 실리콘 단결정보다 100배 이상 빠르게 전자를 이동시키고 구리보다 100배 많은 전류가 흐르게 할 수 있다. 그런데 이 물질을 나노미터(nm) 크기 입자로 줄여 ‘그래핀 양자점’을 만들면, 전류를 흘려주거나 빛을 쬐일 경우 발광하는 특성까지 더해진다. 이 같은 반도체 특성으로 인해 디스플레이·이차전지·태양전지·자동차 조명 등 다양한 산업의 신소재로 주목받고 있다.

2. 탄소나노튜브에서 그래핀 양자점으로 변환되는 모습을 전자주사현미경으로 관찰한 사진.



그런데 펄스레이저와 재료 간의 공정 반응이 매우 빠르고 온도 상승도 순식간에 이루어져 그동안 메커니즘 규명이 어려웠다고 한다. 이에 연구팀은 펄스레이저 에너지에 따른 실험적 분석과 분자동역학 컴퓨터 시뮬레이션(Molecular Dynamics Computer Simulation)을 이용해 탄소나노튜브에서 그래핀 양자점이 제작되는 근본적인 메커니즘 규명에 착수했다. 펄스 레이저 에너지가 상승함에 따라 탄소나노튜브가 순차적으로 분해되어 나노미터 크기의 그래핀 양자점으로 제작되는 전주기적 과정을 면밀하게 관측·분석해냈으며 일정 펄스 레이저 조건 이상에서는 최종적으로 비정질 카본이 생성되는 것을 밝혀냈다. 이로써 저비용 고효율 수소축매·에너지 하베스팅·초정밀 바이오센서 등 다양한 애플리케이션에 활용할 수 있는 과학적 근거가 마련된 셈이다.

* 탄소나노튜브: 나선형 구조의 물질로 우수한 전기적, 기계적 특성으로 소재 관련 응용산업에 다양하게 쓰인다.

이번 나노소재 분야 해외 저널인 ‘Small(Impact Factor:11.459)’의 표지 논문(Inside Back Cover)으로 선정되며 우수성을 인정받았다. 김 수석연구원은 “이번 연구가 화학적 공정의 단점을 극복하고 다양한 연구 분야에 적용할 수 있는 가이드라인을 제시했다”며 “현재 관련 특허를 출원한 상태이며, 재료의 특성을 계속 향상시켜 상용화 기술로 발전시킬 계획”이라고 전했다.

3. 그래핀 양자점 제작 메커니즘 규명을 설명하고 있다.

4. 나노소재 분야 저널 Small(Impact Factor:11.459)의 표지 논문으로 게재됐다.

