

폴리비닐알콜로 안정화된 금나노입자를 제조 방법

금 나노입자는 서로 상호작용하지 않거나 매우 높은 온도에서만 상호 작용하는 분자들 간의 다양한 화학적 반응을 촉진시킨다. 그리고 대부분의 경우에, 금 나노입자는 원치 않는 부가 반응을 거의 가지지 않은 채 원하는 결과를 이루는데 영향을 끼친다. Kiely 교수는 나노입자가 매우 좋은 촉매가 된다고 말했다. 그러나 기존의 방법으로 제조된 금 나노입자는 입자의 형상과 촉매 활성을 변화시킨다. 따라서 이번 연구진은 금 나노입자 제조 방법을 개발했다. 이 연구결과는 저널 *Nature Chemistry*에 “Facile removal of stabilizer-ligands from supported gold nanoparticles.” 라는 제목으로 게재되었다.

금 나노촉매를 제조하기 위한 가장 일반적인 방법은 염화금산(chloroauric acid)을 가진 티타늄 산화물 등을 나노결정 산화물 지지체에 주입하는 것이다. 그 후의 환원 반응으로 산을 금속 나노입자로 변화시킨다. 불운하게도, 이것은 다양한 크기의 나노입자 이외에 단리된 금 원자, 단일 층 및 이중 층 클러스터 등과 같은 다양한 금 종들을 지지체 위에 만들어낸다. 입자크기와 구조에 대한 더 정밀한 제어가 가능한 대안적 기술들로 그들을 지지체 위에 증착하기 전에 콜로이드 용액 속에 금 나노입자를 미리 형성시키는 방법이 있다. 이 방법의 단점은 제조 동안 나노입자가 덩어리지는 것을 예방하기 위해서 유기 분자(리간드)로 코팅해야 한다는 것이다. 그들이 지지체 위에 증착될 때, 이런 리간드는 금속 표면의 활성 사이트에 분자의 접근을 막음으로써 나노입자 촉매 성능을 손상시키는 경향이 있다. 이런 리간드를 벗겨내기 위한 이전 방법은 400도까지의 열처리가 포함된다. 이런 온도에서, 나노입자의 형상이 변화되고 특성이 변화되기 시작한다. 또한 촉매 활성에서 상당한 감소를 불러온다.

연구진은 티타늄 산화물 지지체에 증착된 폴리비닐 알콜로 안정화시킨 금 나노입자에 리간드를 제거할 수 있는 덜 자극적인 방법을 개발했다(그림 1). 이것은 열탕으로 세척하는 간단한 방법이다. 연구진은 세척 전후의 촉매를 조사했고, 리간드를 제거하기 위해서 열처리를 수행했던 것과 비교하기 위해서 투과 전자 현미경을 사용했다. 열탕 세척은 입자 크기에 영향을 거의 끼치지 않았다고 연구진은 말했다. 이런 입자들은 그들의 8면체 형상을 그대로 유지하면서, 그들의 표면들에 더 분명한 면들을 만들어내었다. 이것은 PVA 리간드의 상당 부분을 잃어버린 후에 발생하는 표면 재구축 때문에 발생하는 것처럼 보인다. 400도까지 샘플을 가열하는 것은 리간드를 제거하는데 효과적이지만 평균 입자 크기는 3.7 nm에서 10.4 nm로 증가했다. 또한 TiO_2 촉매보다 2배 이상의 활성을 가졌다. 이런 특정 반응은 흡수함과 우주선과 같은 폐쇄 공간에서 일산화탄소의 제거를 위해서 중요하다.

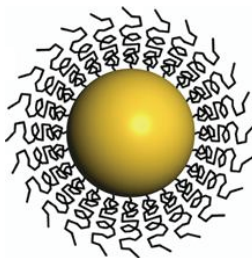


그림 1. 폴리비닐알콜 리간드로 안정화시킨 금 나노입자 구조.

<Nature Chemistry, 3, 551 (2011), DOI: 10.1038/nchem.106>

그래핀의 전기적 특성을 조절하는 새로운 방법

미국 라이스대학(Rice University)의 재료과학자들이 최근에 나노 물질인 그래핀을 이용하여 전자회로를 만들 수 있는 새로운 방법을 개발하는데 성공했다. 그래핀은 최근 들어 많은 주목을 받고 있는 새로운 소재이다. 그래핀은 탄소 원자층으로 되어있다. 단일자의 두께로 이루어져있다. 서로 다른 그래핀이 층을 이룰 때 연필심에 사용되는 흑연층이 된다. 나노과학의 발달로 인해서 과학자들은 그래핀을 비교적 쉬운 방법으로 조작할 수 있게 되었다. 그래핀의 독특한 성질로 인해서 컴퓨터나 다른 전자소자들을 더욱 빠르고 효율적으로 만들 수 있는 이상적인 소재로 그래핀이 주목을 받고 있다.

그러나 여기에는 넘어야만 하는 과제들이 있다. 그래핀으로 미세한 회로를 만들기 위해서는 그래핀을 더욱 정교하게 다루어야 할 필요가 있다. 또한 그래핀과 유사한 구조를 이루면서 비전도성의 기반 물질이 필요하게 된다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 대안 중의 하나가 “백색 그래핀(white graphene)”이다. 붕소(borone)와 질소(nitrogen)의 단 원자층으로 이루어진 시트는 물리적으로는 그래핀과 유사하지만 전기적으로 부도체의 특성을 가지고 있다.

이번 연구결과는 *Nano Letters*에 “BN White Graphene with “Colorful” Edges: The Energies and Morphology”라는 제목으로 게재됐다. 라이스대학의 재료과학자인 Boris Yakobson 박사와 그의 동료들은 나노전자소자를 만들 수 있는 새로운 개념을 소개하고 있다. 화학적으로 비교적 잘 알려진 질차를 겹쳐서 흰색과 흑색 그래핀을 모두 포함한 합금의 전기적 특성을 정밀하게 조절할 수 있는 방법을 발표했다. “우리는 최종 제품이 유용한 특성과 합성과정의 화학적인 조건 사이에는 직접적인 관련이 있다는 것을 발견하였다.”고 Yakobson 박사는 말했다. 또한 그는 “화학적 중합과정에서 더욱 많은 붕소를 넣을 수 있다면 이러한 것은 원자적 배열성을 가진 특정한 합금을 만들 수 있는 것을 가능케 한다. 최종 합성물은 합성과정에서 ‘화학 퍼텐셜(chemical potential)’이라고 불리는 조건을 이용하여 전기적 특성 예측이 가능해진다(그림 2).

Yakobson 박사는 탄소, 붕소, 질소 사이의 서로 작용하는 원자 간의 힘에 관한 많은 연구를 진행했다. 결합에너지에 대한 깊은 이해는 원자 간 결합에 대한 특성과 이러한 합금의 경계면에 대한 분석을 가능케 하여서 새로운 초박막시트의 구조적 특성과 모폴로지를 조절하는데 큰 도움이 된다.

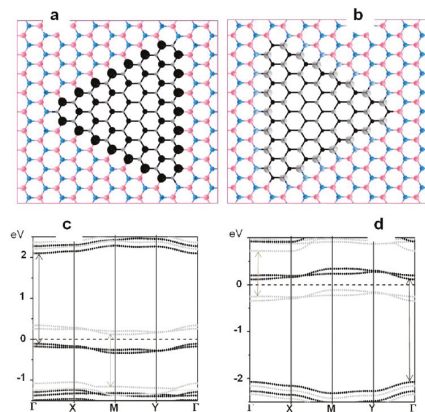


그림 2. 붕소/질소 복합체에 함유된 그래핀(a,b)의 스핀밀도(c,d) 밴드 구조.

<Nano Lett., 11, 3113 (2011), DOI: 10.1021/nl2011142>