

있기까지는 몇 년이 더 걸릴 것으로 생각된다.”

<출처 : http://www.engineerlive.com/Electronics-Engineer/Electronics_Design/Printable_sensors_to_detect_fingers_without_touching/22432/>

자기조립 방법으로 만들어진 2차원 폴리머 결정

버클리 연구소(Berkeley Lab)는 물속에서 자기조립하는 가장 큰 2차원 폴리머 결정인 “분자 종이(molecular paper)”를 제조했다. 이 완전히 새로운 시트 물질(sheet material)은 합성 물질의 견고함을 유지하면서 단백질과 같이 구부리거나 접을 수 있는 기능성 폴리머인 펩토이드(peptoid)로 만들어졌다. 2차원 “시트와 같은” 나노구조는 세포 막브레인과 같은 생물학적 시스템에 일반적으로 사용되고 그들의 독특한 성질은 그래핀 같은 물질에서 영감을 얻었다. 현재 버클리 연구소의 연구진은 물속에서 자기조립하는 가장 큰 2차원 폴리머 결정을 만들었다. 이것은 기능성 장치 속에 통합될 수 있고 강한 구조를 가지면서 구조적 복잡성을 가져야 하는 막브레인과 같은 생물학적 시스템에 사용될 수 있다. 이 자기조립 시트는 펩토이드로 만들어졌다. 각 시트는 두 개의 분자 두께로 되어 있지만 육안으로 충분히 볼 수 있는 ‘분자 종이’라고 불릴 수 있는 수백 제곱 센티미터의 면적을 가지고 있다. 또한, 기존의 폴리머와는 달리, 펩토이드 나노시트의 각 빌딩 블록은 적용 분야에 따라 이것의 성질을 정확하게 조절할 수 있는 구조로 되어 있다. 예를 들어, 이 나노시트는 분자의 흐름을 제어하는데 사용되거나 화학적 및 생물학적 검출을 위한 플랫폼으로 사용될 수 있다. 형광 현미경(fluorescence microscope)을 사용해서 액체 속에서 자유롭게 부유하는 펩토이드 나노시트를 관찰했다. 각 펩토이드 시트는 단지 두 개의 분자 두께를 가지고 있지만 수백 제곱 센티미터의 면적을 가지고 있었다.

이 연구결과는 천연 생물 고분자 물질과 중합 상대물 사이의 격차(나노과학의 기본적인 문제)를 줄일 수 있는 가교 역할을 할 것이라고 Ronald Zuckermann 박사가 말했다. 연구진은 단백질에서 비-천연 폴리머까지 기본적인 시퀀스 정보를 번역할 수 있었고, 이것이 원자적으로 조절할 수 있는 구조를 가진 강한 합성 나노물질을 생성시켰다. 펩토이드 폴리머를 위한 빌딩 블록은 저렴하고 쉽게 사용할 수 있으며 다른 중합 기술에 비해서 많은 장점을 제공하면서 생성물의 수율을 높일 수 있었다. 연구진은 많은 실험을 거친 후에, 펩토이드 나노시트가 물속에서 자발적으로 결합된다는 것을 발견할 수 있었다. Zuckermann와 Christian Kisielowski는 펩토이드 물질 속의 각각의 폴리머 사슬을 관찰하기 위해서 국립 전자 현미경 센터(National Center for Electron Microscopy, NCEM)의 TEAM 0.5 현미경을

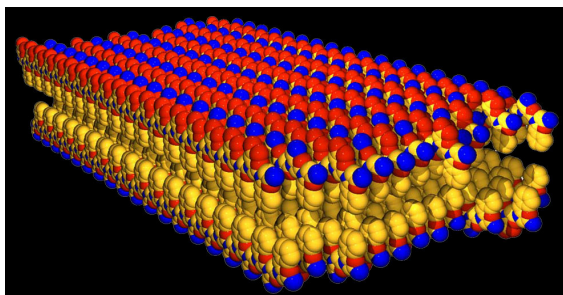


그림. 가장 큰 2차원 폴리머 결정인 “분자 종이”의 모형도.

사용했다. 이 현미경으로 시트 속의 폴리머 사슬이 정확하게 정렬되어 있다는 것을 확인했고 놀라운 정도의 안정성을 가졌다는 것을 알 수 있었다.

자연에서 영감을 얻은 자기조립 기능성 폴리머는 합성 물질 분야에서 새로운 장을 여는데 기여할 것이라고 연구진은 말했다. 또한, 전자 현미경의 소프트 물질 직접 이미지 관찰에 도움을 줄 수 있을 것이라고 연구진은 덧붙였다. 이 새로운 물질은 분자 생체 모방의 놀라운 예이고 장치 제조, 나노크기 중합, 이미지 관찰 등에서 많은 적용을 이룰 것이라고 연구진은 말했다. 이 연구결과는 저널 Nature Materials에 “Free floating ultra-thin two-dimensional crystals from sequence-specific peptoid polymers”이라는 제목으로 게재되었다.

<출처 : <http://www.physorg.com/news190319825.html>>

수소 저장의 전망을 밝힌 GOF(Graphene-Oxide Framework)

미국 국립 표준 기술원(NIST; National Institute of Standards and Technology) 및 펜실베이니아 대학(University of Pennsylvania)이 수행한 연구는 하나의 탄소 층에 원자들이 철망처럼 얹혀 있는 얇은 막 형태의 그래핀(graphene)이 수소를 포획하는 전도 유망한 기본 재료로 각광을 받게 될 것이라고 밝혔다. 동 연구는 그라핀 층으로 이루어진 스택(stack)이 연료 전지 및 다른 응용 분야에서 이용되는 수소를 안전하게 저장할 수 있다고 제안했다. 그래핀은 최근 몇 년 동안 전도성, 열 및 광학 특성 등으로 인하여 광범위한 센서 및 반도체 장치를 만드는 유용한 재료가 됐다. 그러나, 이 재료는 본래의 형태로는 수소를 저장하지 못한다고 NIST 산하 중성자 연구센터(Center for Neutron Research) 소속의 연구진은 밝혔다. 하지만 산화된 그라핀 시트(graphene sheet)를 다른 층 맨 위에 쌓아 만들어지는 GOF(graphene-oxide framework)는 훨씬 더 많은 양의 수소를 축적할 수 있다고 연구진은 제안했다. GOF는 한 층과 다른 층을 분자가 연결하고 있으며, 층간 사이에 공간을 유지하는 형태이다. 수소 저장(hydrogen storage)을 구현하기 위한 면밀한 조사 하에 금속-유기 프레임워크에 의한 GOF의 생성을 촉진하기 위하여 연구진은 새로운 구조적 특성을 밝혀내기 시작했다. NIST 소속의 이론가인 Taner Yildirim은 이제까지 GOFs를 만든 사람은 없었으며, 모든 지식을 동원했다고 밝혔다. GOFs는 일반적인 그래핀 산화물이 수소를 저장하는 것보다 약 100배 이상 더 많은 수소 분자를 포획할 수 있다. 또 GOF는 합성이 용이하여 제조가 쉽고, 비용이 저렴할 뿐 아니라 그래핀이 비독성 특성을 갖기 때문에, 기체 저장에 매우 전도유망한 후보 물질이 될 것이라고 Yildirim은 지적했다. GOFs 일상적인 대기압과 77 켈빈 온도(-196 °C)에서 중량당 1%의 수소를 보유하고, 이러한 수치는 치밀하게 연구된 금속-유기 프레임워크가 보유하는 1.2%에 상응하는 수준이라고 Yildirim은 밝혔다. 연구진의 의미 있는 발견의 또 다른 기능성은 GOFs가 온도와 수소 흡수(hydrogen absorption) 사이에 나타내는 비정상적인 관계이다. 대부분의 저장 물질에서 일반적으로 더 낮은 온도는 더 많은 수소를 흡수한다. 그러나, 연구진은 GOFs의 행동 양식이 아주 다르다는 사실을 발견했다. 비록 GOF가 수소를 흡수한다고 하더라도, 50 켈빈 온도 9(-223 °C)에서 상당한 양을 흡수하지는 못했다. 게다가 추가적인 연구를 통해 제안될 필요가 있는 이러한 방해 온도(blocking

temperature) 이하에서 수소는 방출되지 못했다. 따라서, GOFs는 필요한 경우에 수소 저장 및 수소 배출에 모두 이용된 것으로 추정되며, 이 특성은 연료 전지 응용에 기본적인 필수 요건이다. GOFs의 능력 중 일부는 자체 내에서 분자들끼리 연결되어 있는 특성 때문에 나타난다. 연구진이 이용했던 분자들은 모두 본래 수소와 강하게 상호작용하는 벤젠-보론산(benzene-boronic acids)이다. 그러나, 그래핀 층 사이의 공간을 수 옹스트롬(angstrom) 수준으로 유지하여 연구진은 각 층의 이용할 수 있는 표면적을 증가시켰으며, 이로 인하여 더 많은 수소를 저장할 수 있었다. GOFs에 관한 추가적인 세부 변수가 조사된다면 훨씬 더 우수한 수행력을 갖추게 될 것이라고 연구진은 밝혔다. NIST 소속의 Jacob Burress는 연구진이 GOFs의 수행력을 최적화할 계획이며, 다른 분자와의 연결 역시 조사할 것이라고 밝혔다. 연구진은 GOFs가 이산화탄소 같은 온실가스, 암모니아와 같은 독소 등의 포획에도 적용될 수 있을지 여부뿐 아니라 흡수 반응(absorption kinetics)의 비정상적인 온도 의존성(temperature dependence)에 대하여 연구할 예정이다. 이 연구는 미국 에너지부(DOE; Department of Energy)의 후원으로 수행됐다.

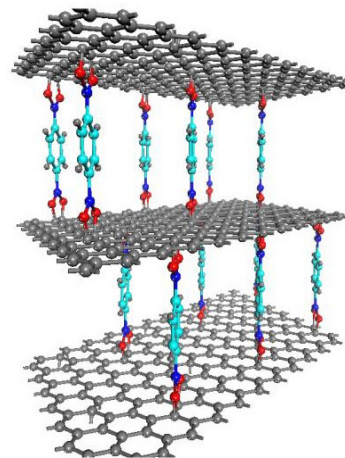


그림. GOFs는 벤젠-보론산 기둥으로 연결된 그래핀 층으로 이루어져 있다.

<출처 : <http://www.greencarcongress.com/2010/03/gof-20100317.html#more>>

본 기술 뉴스는 한국과학기술정보원(KISTI)의 글로벌동향브리핑(GTB)에서 발췌, 정리하였습니다.

<부경대학교 김주현, e-mail: jkim@pknu.ac.kr>