

수용성 물질이 채워진 고분자 튜브

스위스 바젤 대학의 화학자들이 수용성 물질이 내부에 들어갈 수 있는 고분자 나노튜브를 개발했다. 그 튜브는 의약전달 시스템 분야 및 무기합성에 쓰일 수 있는 특수 주형으로서 전도유망 하다. “우리는 새롭고 효율적이며 쉬운 방법으로 화학/물리적으로 안정한, 물로 채워진 튜브를 개발했다. 그 튜브는 지름이 약 50 nm이고 길이는 수십 마이크로미터이다.”라고 화학과 교수인 올프강 P. 마이어는 말한다 [Chem. Commun., 1462 (2004)]. “이 구조물은 자기회합된 양쪽성 블록 공중합체를 기초로 하고 있다. 공중합체는 가교 중합을 하게 됨으로 영구히 변하지 않을 수 있다. 그 튜브는 내부 공간이 커서 어떠한 수용성 물질로도 채워질 수 있다.”라고 마이어는 설명한다. 이 나노튜브는 거대 단량체들이 자기회합하여 만들어진다. 거대 단량체로는 양쪽성 ABA 트리블록 (triblock) 공중합체가 사용된다. 두개의 A 블록은 친수성, poly(2-methyloxazoline) [PMOXA]이며 B블록은 소수성, poly(dimethylsiloxane) [PDMS]이다. 활성화된 PDMS위에서 2-메틸옥사졸린을 양이온 개환 중합시켜 공중합체를 합성한다. PMOXA 블록은 수산기를 말단에 가지고 있어서 메타아크릴산으로 치환할 수 있다. 수용액 안에서 거대 단량체는 메타아크릴산의 중합에 의해서 화학적으로 가교되고 초분자로 회합된다. 나노튜브 안쪽을 수용성 형광 염료인 carboxyfluorescein으로 에워쌌으로써 나노튜브의 안쪽 표면이 친수성임이 입증됐다. 연구팀은 향후, 양쪽성 ABC 트리블록 공중합체를 사용하여 내부와 외부의 표면이 서로 다른 나노튜브 혹은 자신의 환경에 선택적으로 반응하는 기능기가 도입된 나노튜브를 만들 것이며, 이러한 나노튜브는 단백질 채널의 인공 모조품으로 응용될 것이라고 의견을 밝혔다. 바젤 대학의 화학자들은 현재 ABA트리블록 공중합체를 화학적으로 개질시키는 연구와 나노튜브의 표면에 대한 연구를 수행하고 있다. “우리는 물질의 방출을 제어하기 위한 운송수단으로서 그리고 무기 나노전선의 제조를 제어할 수 있는 매트릭스로서 나노튜브의 용도를 연구하고 있다.”라고 마이어는 말한다.

(C&EN, July 12, 2004)

탄소나노튜브를 집는 레이저 집게

아릭스 (Arryx Inc.)사와 뉴욕 대학의 연구원들은 광학 집계를 사용하여 탄소 나노튜브를 집어 이동시킬 수 있다는 것을 보여주었다. 탄소 나노튜브를 다룬다는 것은 매우 어려운 일이다. 왜냐하면 나노튜브의 지름이 그것을 움직이는데 사용되는 광 파장 보다 몇 차수 정도는 더 작기 때문이다. 연구원들은 탄소 나노튜브에 의해서 강력하게 흡수되는 파장의 빛을 사용했다. 빛의 초점을 상당히 엄격하게 맞춤으로써 연구원들은 나노튜브를 잡을 수 있었다.

이 방법과 홀로그래픽 기술을 사용하여 동시에 작용하는 수 천개의 광 트랩 (optical trap)을 만들 수 있다. 이러한 광 트랩은 수천 개의 단일 나노튜브 혹은 작은 묶음의 나노튜브를 취급하는데 사용될 수 있다. 이 방법은 향후에 나노튜브를 함유한 작은 디바이스를 만드는데 사용될 수 있을 것으로 전망된다. 또한 나노튜브의 클러스터를 특정한 모양으로 패턴화시키는 것이 가능하다는 것을 보여주었는데 패턴화된 모양은 화학적, 생물학적 그리고 물리화적인 센서에 응용이 가능하며 2년 안에 나노튜브 디바이스를 조립하는데 사용될 수 있을 것으로 예상된다.

(Technologyreview, July 13, 2004)

플라스틱 위에 결정성 실리콘 인쇄

많은 연구팀들이 유연한 전자장치를 만들기 위해 연구하고 있으며, 그 중 대부분의 연구팀들은 유기물, 플라스틱 등 다양한 재료의 전기적인 특성을 개선시키기 위해 연구하고 있다.

그러나 일리노이 대학의 연구원들은 다른 방식의 연구방법을 택하고 있다. 그들은 플라스틱 위에 붙일 수 있는 결정성 실리콘을 이용하여 아주 작은 전기부품을 만드는 방법을 찾고 있다. 전통적인 실리콘 부품들은 유기물로 만들어진 부품보다 훨씬 더 나은 전기적 특성을 가진다. 그 부품들은 유연한 대면적 디스플레이, 라디오 주파수 ID 태그, 센서 그리고 리컨피규어러블 안테나 (reconfigurable antenna; 기계적 또는 전기기적인 방법으로 안테나 구조를 변환하여 중심주파수, 대역폭, 복사패턴, 이득 등 안테나의 특성을 제어하는 안테나)와 같은 곳에 사용될 수 있다. 일리노이 대학 연구팀은 리본, 전선, 작은 판 모

양의 물체, 그리고 실리콘 웨이퍼용 디스크를 포함한 마이크로 스케일 혹은 나노 스케일의 부품을 만들고 나서 절연 기질로부터 실리콘을 제거시켰다. 작은 단결정인 실리콘 구조물을 플라스틱 표면으로 이동시키는 두 가지 방법을 개발했다. 한 가지 방법은 실리콘 구조물을 플라스틱 기질로 이동시키기 위해 고무 스탬프를 사용하는 것이고, 다른 하나의 방법은 액체 용매 안에 실리콘 구조물을 띄우고 나서 플라스틱 기질 위에 그 액체를 침적시키는 것이다. 실리콘 구조물이 플라스틱 위에 놓이게 되었을 때, 부품들 사이를 접촉시켜 트랜지스터를 만들었다. 생성된 트랜지스터들은 현재의 유기물 전자 장치들 보다 훨씬 더 신뢰성 있는 동작특성을 내보였다. 연구팀에 따르면 이 방법으로 2~3년 사이에 상용화 가능한 제품을 만들 수 있을 것으로 예측하고 있다.

(*Technologyreview*, August 5, 2004)

탄소 나노튜브 첨가로 폴리머가공 특성향상

미국의 NIST(National Institute of Standards and Technology)의 과학자들은 상용 폴리머인 폴리프로필렌에 탄소 나노튜브를 첨가하면 녹은 폴리머의 유동이 급격히 변화한다는 것을 발견하였다. 이것은 폴리머가 사출기의 출구를 통과할 때 원하지 않은 방향

으로 부풀어 오르는 ‘die-swell’이라 불리는, 제조 과정에서 널리 알려진 골치 아픈 문제를 해소하는 계기가 되었다. 과학자들은 재료의 강도와 다른 성질이 급격히 바뀌기를 바라며 작은 양의 나노튜브를 폴리프로필렌에 첨가하였다. 처음에 NIST의 재료 과학자들은 나노튜브는 폴리프로필렌을 고무처럼 만들기 때문에, 이러한 재료는 처리하기 어렵거나 혹은 향상된 성질을 잃게 될 것을 걱정하였지만 결과는 반대로 나왔다. 두 판 사이에 폴리머를 두고 한 판을 당기면, 폴리머는 통상 두 판을 분리되게 한다. 하지만, 나노튜브를 첨가하면 두 판이 함께 당겨진다는 것이다. 과학자들은 이와 같이 함께-당겨지는 현상이 ‘die-swell’ 현상을 완전히 해소한다는 것을 발견하였다. 지금까지 산업체에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 여러 가지의 시간을 낭비하는 시행착오 방법을 사용하고 있었다. 앞으로는 탄소 나노튜브를 첨가에 따른 ‘die-swell’을 해소로, 제조사가 거푸집(die) 설계 과정을 간단하게 하고 공정제어 요소의 축소가 가능함으로 제품 출시 시간을 줄일 수 있게 될 것으로 전망된다.

(*Physorg.com*, August 14, 2004)

<강원대학교 화공과 이원규>