



그림 5. 종이 상에 태양전지를 프린팅한 후, 연구원이 여전히 전류가 발생할 수 있는 것을 보이기 위해 만든 종이 비행기.

<PhysOrg.com., 2011. 01. 04>



그림 6. 표면플라스몬분광기(surface plasmon spectrometer)를 조작하고 있는 Gobet Advincula 박사.

<Nanowerk, 2011. 01. 21>

다양한 물질을 감지할 수 있는 고성능 센서

휴스턴 대학(University of Houston)의 한 연구팀이 최근에 폭발물에서 오염된 우유까지 거의 모든 물질을 감지하는데 사용될 수 있는 새로운 센서물질을 개발하는데 성공했다.

“우리는 전염성 세균, 오염물질 등 많은 위험 물질에 노출되어 있다.”고 휴스턴 대학의 Rigoberto Advincula 교수는 말했다. 또한, 그는 “이번 성과는 우유와 같은 물질에서부터 공장에서 금지된 폭발물까지 여러 종류 물질을 빠른 속도로 감지할 수 있는 물질을 개발하고자 한 그 동안의 노력의 결과”라고 말했다.

Advincula 교수 연구팀은 현재 이와 관련하여 미국 입시특허를 신청해 놓은 상태이다. Advincula 교수 연구팀은 폴리머 물질을 합성하여 센서로서 사용될 수 있는 소자를 만들었다. 이번 연구는 인공 수용체 개념에 기반을 둔 것이다. 이러한 것은 세포 내에서 특정한 효과를 만들어 특정분자를 묶는 항체와 같이 세포 내의 생화학 촉매와 같은 효소 기능과 유사하다. Advincula 교수팀은 금속과 플라스틱을 이용한 분자각인 폴리머(molecular imprinted polymers, MIP)라는 방법을 사용하였다. 이러한 개념은 플라스틱 항체를 만드는 데에도 사용될 수 있다. 분자각인 폴리머는 센서를 만드는데 사용될 수 있는 특정한 분자에 대한 친화성을 보인다.

연구팀은 전기 도금법을 이용하여 박막의 폴리머 필름을 형성하였다. 연구팀은 금 기판에 전기중합반응이라는 공정을 통해 센서로 사용될 수 있는 박막을 형성하였다. 이를 통해 휴대 가능한 소형 센서를 만드는 것이 가능해졌다.

“새롭게 합성된 물질과 이번 실험방법은 휴대용 기기를 만들기 위한 소자의 소형화에 폭 넓게 활용될 수 있다. 새로운 소자는 공장에서 폭발물 감지나 신경 가스를 감지하는 센서 물질로 사용될 수 있다.”고 Advincula 교수는 말했다. 이번에 개발된 폴리머 센서는 추가적인 복잡한 장비나 시간적인 손실 없이 빠른 속도로 정확한 반응을 보인다. 이를 통해 매우 높은 감도 특성과 선택성을 가진 센서를 만드는 것이 가능하게 되었다. 이번 기술에서 센서 디자인과 그 제조 기법은 간단하지만 이를 활용하여 목표물질을 감지하는 데에는 매우 효과적인 특성을 보이고 있다고 한다.

연구팀은 향후에 이번의 연구결과를 다른 위험한 화학물, 병원체 등에 확장 및 적용할 수 있기를 희망하고 있다고 밝혔다. 또한, 군대에서도 이용할 수 있는 휴대용 센서를 만드는 데 사용할 수 있기를 바란다

분자크기의 채널을 가진 폴리머 멤브레인

분자크기의 채널을 가진 폴리머 멤브레인은 이산화탄소 포집, 태양열 전지, 해수의 탈염 등을 비롯한 여러 분야에서 폭 넓게 활용될 수 있다. 이를 위해서는 대량생산에 의한 방법으로 쉽게 이러한 소재들이 생산될 수 있는 공정 개발이 필요하다. 이번에 이러한 것을 가능케 할 수 있는 새로운 기술이 개발되어 향후 폴리머 멤브레인의 활용성을 크게 높일 수 있을 것으로 기대된다.

미국 버클리 국립에너지연구소(U.S. Department of Energy's Lawrence Berkeley National Laboratory)와 UC 버클리의 공동 연구팀은 매우 잘 정렬된 나노미터 크기의 채널을 가진 폴리머 멤브레인을 만들었다. 더욱이 이번에 개발된 소재는 유연하면서도 자가배열 방식으로 형성될 수 있다는 장점을 가지고 있다. 상업적인 멤브레인 제조 공정에 경쟁할 수 있는 이번의 새로운 기술은 유기 나노튜브를 활용하여 다기능성 멤브레인을 만들 수 있는 최초의 연구결과라는 데에 의의가 있다.

채널을 가진 멤브레인은 자연에서 볼 수 있는 가장 놀라운 것 중의 하나이다. 서브 나노미터 채널을 가진 멤브레인은 생체조직에서 필수적인 단백질이나 이온을 통과시키는 역할을 한다. 이러한 인체의 시스템을 과학적으로 활용하고자 많은 연구가 그동안 진행되어 왔다. 그러나 유연한 기판 위에 넓은 범위에서 서브 나노미터의 수준의 수직적으로 배열된 채널을 가진 멤브레인을 제조하는 것은 매우 어려운 과제이며 동시에 그 제조 비용을 줄이는 것 또한 만만치 않은 과제이다.

분자 수준에서 기공의 모양과 크기를 조절하고자 그동안 많은 연구가 진행되어 왔지만 아직 이러한 것은 여전히 어려운 과제로 남아 있다. 복합체 필름은 사전 형성된 탄소 나노튜브를 통해 만들어지고 그 발전 또한 상당히 빠른 속도로 진행된다. 그러나 여전히 비교적 넓은 범위의 기판 위에 나노튜브를 형성하는 데에는 많은 어려움이 남아있다.

연구팀은 주기적 펩티드(cyclic peptides)를 통해서 자연적으로 형성된 유기 나노튜브를 사용하였다. 사전에 형성된 탄소 나노튜브와는 달리 이러한 유기 나노튜브는 제조공정과정에 그 길이와 방향을 변화시킬 수 있는 가역적인 소재이다. 멤브레인을 만들기 위해서 연구팀은 블록 공중합체를 사용하였다. 주기적 펩타이드가 나노튜브로 자가 배열되는 것과 같이 공중합체도 전체적으로 넓은 범위에서 잘 배열된 어레이 구조를 형성해 나가게 되었다. 폴리머들은 주기적 펩티드를 통해서 전체적으로 자가 배열되는 방식으로 체인이 형성되었다.

이번 연구에서 주기적 펩티드와 블록 공중합체의 인터페이스를 조

절하고 이들이 자가 배열되도록 동기화하는 것이 핵심을 차지한다. 폴리머 멤브레인의 프레임워크 내에서 나노채널이 자가 배열되는 방법으로 자동으로 형성되었다. 이를 통해 공정은 전체적으로 간단해지게 되었다.

연구팀은 수 센티미터의 고밀도 채널을 가진 서브 나노미터 가공성 멤브레인을 제조할 수 있게 되었다. 이산화탄소와 네오펜탄(neopentane)을 가지고 이번에 개발된 소재의 특성을 평가했다. 이번 평가에서 단위투과도는 분자 크기가 작은 이산화탄소가 더 큰 분자인 네오펜탄보다 높다는 것이 확인되었다. 이번 연구 결과는 이러한 기능성 소재 개발을 위한 상향적 접근 방법에 대한 새로운 길을 여는 것으로 평가되고 있다.

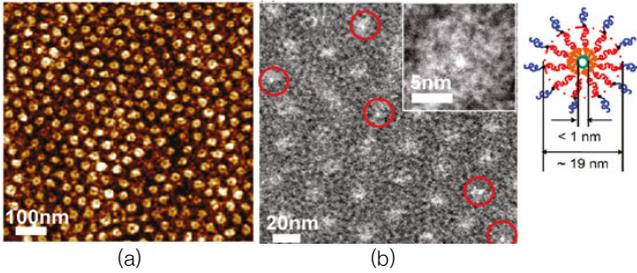


그림 7. (a) 폴리머 멤브레인의 원자힘현미경(AFM) 사진, 검은색 부분이 유기 나노튜브이다. (b) 붉은 원으로 표시된 부분이 유기 나노튜브의 투과형전자현미경(TEM)의 사진을 나타낸다. 맨 오른쪽 그림은 단일벽 탄소나노튜브의 개략도를 나타내고 있다.

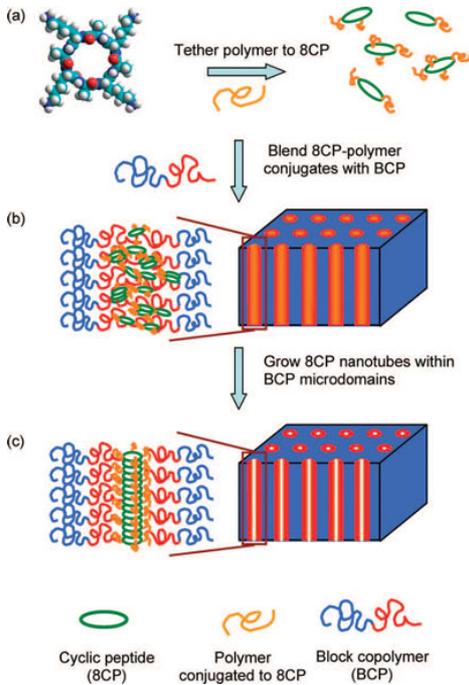


그림 8. 서브 나노미터의 채널을 가진 폴리머 멤브레인이 형성되는 과정을 나타낸 개략도.

<Nanowerk, 2011. 01. 11>

재활용이 가능하면서 완전 생분해성인 합성수지 개발

현대 합성수지들은 화석원료로 만들어졌으며 생분해성이 아니다. 또한 소각 시 독성물질이 발생하기 때문에 특별한 주의 아래 처리해

야 한다. 암스테르담 대학의(University of Amsterdam: UvA) 가디 로테베르크(Gadi Rothenberg) 교수와 알베르 알버츠(Albert Alberts) 박사는 재활용이 가능한 소재를 기반으로 완전히 생분해되며 무독성 및 무유해한 새로운 열경화성 수지류를 발견했다.

일반 가정이나 건설용으로 사용되는 대부분의 플라스틱 제품은 삼차원적 네트워크로 이루어지거나 가교처리된 고분자로 이루어져 있다. 이러한 고분자는 열경화성 플라스틱이다. 대표적인 예로 포름알데히드와 페놀의 반응에서 생산되는 베이클라이트(Bakelite) 수지를 들 수 있다. 이 재료는 아직도 중밀도 섬유판(medium density fiberboard: MDF)이나 포마이카(formica, 내약품성과 내열성 처리된 합성수지)를 만드는데 쓰이고 있다. 요소/포름알데히드 수지는 중밀도 오버레이(Medium Density Overlay: MDO)로 사용되며, 콘크리트와 합판을 조합해서 콘크리트 거푸집을 만드는데 사용되기도 한다.

지금까지 소개된 대표적인 생분해성 고분자는 젖산(lactic acid), 글리콜릭산(glycolic acid), 카프로락톤 등을 기반으로 하는 PLA, PGA, PCL 등의 고분자들이 있지만 원료비가 비싸며 물성에 제한이 있어서 의료용 등의 특수 분야에서만 사용이 되고 있다. 그나마 젖산의 경우 최근 식물에서 대량 추출하는 공정들이 개발이 되어 가격이 떨어져서 범용 고분자로 사용되기 시작했지만, 일반적인 비생분해성 고분자에 비해서는 아직도 가격이 비싼 편이다. 범용 고분자에 위의 재료들을 섞어서 생분해성이 아닌 생분괴성 고분자를 개발하기도 했지만, 엄격히 따지면 틀을 이루는 생분해성은 분해가 되고 나머지 일반 고분자는 오염물질로 자연에 버려지는 문제가 있으므로, 생분해성으로 보기도 힘들다.

암스테르담 대학의 이종축매 및 지속가능 화학(UvA's Heterogeneous Catalysis and Sustainable Chemistry) 연구팀은 가교반응을 위한 적합한 소재와 최적의 공정을 선택해서, 강한 제품부터 유연성 있는 얇은 막 수준의 제품까지 생분해성 소재로 만들 수 있게 됐다. 이 제품들은 무독성이며 생분해성을 띤다. 제조 공정은 무독성 물질만을 사용하므로, 제품 소각시 유해한 성분이 발생되지 않는다. 또한 사용된 소재는 세계시장에서 경쟁력이 있는 가격으로 구입할 수 있다.



그림 9. Biodegradable materials.

이 새로운 플라스틱은 건설 및 포장산업에서 사용되는 폴리우레탄(polyurethane) 및 폴리스티렌(polystyrene)을 대체할 수 있다. 또한 MDF와 같은 패널 제조에 사용되는 에폭시수지에도 적용할 수 있다. 이들의 다음 연구는 새로운 응용과 공정개발 및 대량생산에 초점을 맞출 것이라고 한다.

<Science Daily, 2011. 01. 13>