

크로 유체장치와 결합하여 전립선암 환자들의 혈액 시료에서 매우 드물게 존재하는 종양세포들을 높은 효율을 가지고 검출하는데 성공하였다.

연구진은 2009년에 이미 나노미터 크기의 미세 기둥들을 표면에 형성하여 종양세포의 표면에 존재하는 미세용모(microvilli)들과 서로 짝 짝이(벨크로)가 부착하는 것과 같이 부착하게 하여 혈중종양세포를 검출하는데 성공하였다.

이번에 발표된 연구에서 연구진은 마이크로 유체장치 내에 이 나노짜 짝이를 설치하여 유체가 흘러가는 동안 서로 섞일 수 있는 흐름을 생성하였다. 따라서 혈중종양세포들은 유체의 흐름을 통해 나노짜 짝이 상에 더 많이 접촉할 수 있게 되었다. 마이크로 유체칩 내에서 세포들은 빠른 유속 때문에 채널의 상하로 끊임없이 접촉하게 되고 이 과정에서 종양세포들은 특이적으로 나노짜 짝이에 부착된 항체(EpCAM)를 통해 부착된다.

이번에 개발된 한층 진보된 2세대 혈중종양세포 검출장치는 종양세포의 부착률을 상당히 증가시켰고 사용이 좀 더 용이하였다. 이 기술은 혈중종양세포들과 일차 종양 또는 전이 종양과 비교를 가능하게 하여 종양의 발전이 어떻게 변화하는지 연구하는데 도움을 줄 것으로 기대된다. 또한 임상에 적용된다면 환자 개개인에 맞추어진 암의 치료를 개발하는데 도움을 줄 것이다.

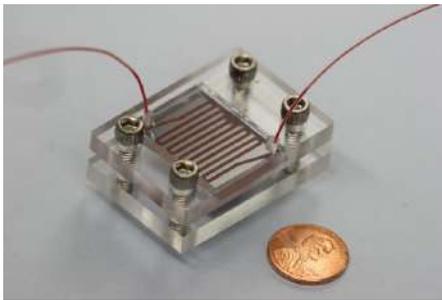


그림 2. 혈중 종양세포들을 검출하는 마이크로 유체장치 사진.

<Angewandte Chemie, doi: 10.1002/anie.201005853>

약물 전달 나노입자의 성능을 향상시키는 3차원 마이크로유체 시스템

최근에 미국의 한 공동 연구팀이 구형의 나노 입자를 형성하는 새로운 마이크로 유체 채널 시스템을 개발하는데 성공했다. 연구팀이 개발한 이번의 마이크로 유체 시스템에서 미세한 고분자 입자는 마이크로 유체 채널을 통과하면서 구형의 나노 입자로 변해간다. 연구팀은 이번 실험에서 아세토나이트릴(acetonitrile)이라는 유기 용매를 사용했으며 이러한 용매는 고분자 나노 입자들이 벽면에 응집되지 않고 채널을 따라 손쉽게 흐를 수 있는 작용을 돕는 역할을 한다.

MIT와 MIT 부속병원 브리검 여성병원(Brigham and Women's Hospital)의 공동 연구진은 암이나 다른 여러 질병에 약물을 전달하는 약물 전달 시스템에 사용될 수 있는 새로운 나노입자를 만드는 새로운 방법을 개발하는데 성공했다. 이번 연구 결과를 통해 균일 조성의 나노 입자를 빠른 속도로 대량 생산하는 것이 가능해지게 되었다. 무엇보다도 이번의 나노입자 제조 방법은 나노 입자의 크기 및 조성을 정밀하게 조절할 수 있다는 데에서 기존의 기술과 차별성을 가지고 있다.

연구팀은 이번 연구에서 일반적으로 사용되는 생분해성 고분자(bio-

degradable polymer)를 기반으로 나노입자를 만들었다. 이렇게 형성된 나노입자는 약물 분자를 대량으로 운반할 수 있으며 또한 몸의 면역 체계에 영향을 받지 않으면서 효과적으로 약물을 방출할 수 있다는 큰 이점을 가지고 있다.

이번의 새로운 나노입자 생산 시스템에서는 마이크로 유체 채널을 통과하는 고분자 입자의 흐름은 3차원적인 모습을 보인다. 고분자 입자는 흐름 채널의 벽으로부터 자유로워 고분자가 유체 흐름의 내부에서 자연스럽게 구형의 나노입자로 변하게 한다. 이는 종래의 2차원적인 시스템에서 고분자가 종종 채널의 위 부분과 아래 부분에서 응집되는 현상이 발생하여 채널의 흐름을 방해하는 것과는 비교된다. 이는 이번의 새로운 시스템에서 사용된 아세토나이트릴이라는 유기 용매가 고분자 나노입자가 마이크로유체 시스템의 통로에 막히는 것을 방지하는 역할을 하기 때문이다.

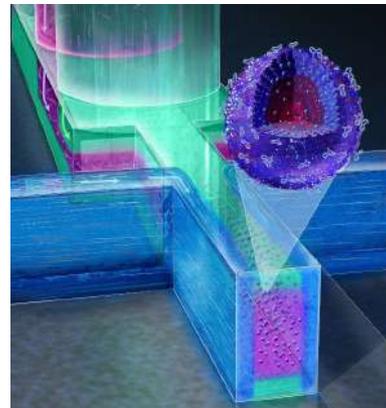


그림 3. 3차원의 마이크로 유체 시스템 내의 약물 전달 나노입자의 대량생산.

<Advanced Materials, DOI: 10.1002/adma.201004333>

전류에 노출되어 절단되는 연성 고분자

듀크대학의 연구팀은 처음으로 전선 절연체와 같은 연성 고분자가 전류에 노출되어 절단되는 것을 보여 주었다. 연구원들은 수십 년 동안 절연체와 같은 고분자들이 고분자의 변형 때문에 끊어질 수 있다고 생각해 왔으나 그러한 과정은 결코 증명되지 않았다. 일련의 실험에 의해 듀크대학의 기술자들은 마이크로 현미경으로 관찰할 수 있는 수준으로 플라스틱이 전압을 계속적으로 증가하면 변형되어 깨지는 것을 처음으로 보여 주었다. 전선, 케이블 및 커패시터에 사용되는 절연체 고분자와 같이 고분자들은 우리 주위의 어느 곳에서도 발견할 수 있다.

듀크의 기술자들이 발견한 결과는 에너지 수확의 첨단 분야뿐만 아니라 전류와 접해야만 하는 어떠한 고분자의 내구성과 효율을 향상시키기 위한 새로운 고분자를 개발하는데 도움이 된다. “우리는 이들 고분자들이 전압이 증가하게 되면 결국은 끊어지거나 파괴된다는 것을 오랫동안 잘 알고 있었다. 현재 우리는 실제로 실시간으로 일어나는 과정을 볼 수 있다.”라고 듀크 대학 Pratt 공대 기계재료학과의 조교수인 Xuanhe Zhao는 말한다. 그는 대학원생인 Qiming Wang과 함께 일련의 연구를 수행하였으며 연구결과를 Physical Review Letters에 온라인으로 게재하였다.

듀크 연구진이 개발한 혁신적인 결과는 연성의 고분자가 다른 단단한 고분자층 혹은 보호 기지체에 부착시키는 것으로 이에 의해 절단이 일어나지 않고 변형 과정을 관찰할 수 있다. 그리고 나서 고분자-기지

체 유닛은 다양한 전압에 노출되고 현미경으로 결과가 관찰된다. “대접 안에 있는 빵 반죽과 같이 반죽의 표면은 반죽이 잘 되도록 압축 스트레스에 의해 구김살이 일어나게 접히게 된다. 놀랍게도 이러한 현상은 에너지와 연계된 응용분야에 널리 사용되는 전도성 고분자의 파괴와 연계될 수 있다.”라고 Zhao는 말한다. 전압이 임계점에 달하게 되면 압축 스트레스는 고분자에 구김살 혹은 접히는 현상을 야기하게 된다. 만약 전압이 보다 더 증가하면 전기적 스트레스가 접히는 부분을 열리게 잡아당겨 고분자 내에 구멍 혹은 디보트(divots)를 만들게 되며 이러한 현상에 의해 절연 케이블 및 유기 커패시터에 절단이 야기될 수 있게 된다. 연구원들이 실험에서 개발한 기지체는 접힘에서 구멍이 생기는 현상을 시각적으로 보여줄 뿐만 아니라 또한 전선이 전기를 통하는 기능을 향상시키는 새로운 접근에 대한 기반도 제시하고 있다.

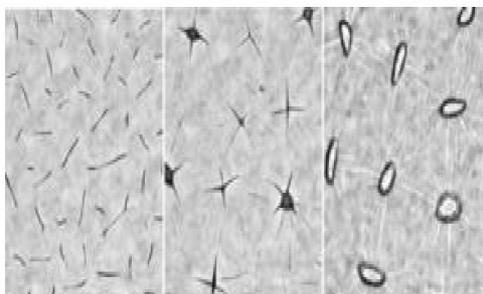


그림 4. 연성의 고분자에 구멍이 발생하는 사진.

<Physical Review Letters, DOI: 10.1103/PhysRevLett.106.118301>

새로운 전기 전도 플라스틱

새롭게 개발된 기술은 금속성의 혹은 슈퍼 전도성을 가진 새로운 플라스틱들을 만들 수 있을 것으로 예상된다. 플라스틱은 흔히 전기 케이블을 절연하는데 사용되는 전기 전도성이 나쁜 물질이지만, 호주 연구원들은 플라스틱 시트 위에 금속 박막을 입히고 이온 빔을 가지고 고분자 표면 내로 금속을 혼합하여 값싸고 강하고 플렉서블하며 전도체 성질을 띤 플라스틱 박막을 만들 수 있다는 것을 보였다.

이 연구는 퀸즈랜드대학(UQ) 폴 메레디스(Paul Meredith)와 부교수 벤 파워(Ben Powell), UNSW 물리학과 부교수 아담 미콜리치(Adam Micolich)가 이끄는 연구팀에 의해 ChemPhyChem 지에 게재되었다. 이 최신 발견은 전 UQ 박사과정 학생인 앤드류 스테픈슨(Andrew Stephenson) 박사가 수행한 실험들을 보고했다.

이온 빔 기술은 실리콘처럼 반도체의 전도성을 조절하기 위해 마이크로 전자 산업에서 폭넓게 이용되지만 플라스틱 박막으로 이 공정을 적용하기 위한 시도들은 1980년대 이후 지금까지 제한적인 성공만을 이루었다. 연구팀은 전선들 내 이용된 금속들처럼 플라스틱이 전기를 전달하도록 플라스틱의 특성을 개량하기 위해 이온 빔을 이용했다.

이 새로운 물질의 가능한 응용을 시험하기 위해 연구팀은 산업 표준들에 준하는 전기 저항 온도계를 제작하였다. 산업 표준 백금 저항 온도계와 비교했을 때, 새로운 물질은 비슷하거나 훨씬 더 정교함을 보였다. 이 물질은 기계적 유연성, 견고성과 저가와 같은 고분자의 좋은 측면을 모두 가지고 있으며 심지어 좋은 전기 전도성을 가지고 있기 때문에 매우 흥미롭다.

이 발견에서 가장 흥미로운 점은 전류의 흐름을 통하게 하거나 저항 하도록 박막의 능력을 얼마나 정확하게 조절할 수 있는가이다. 유

용한 응용들을 위한 매우 넓은 가능성을 제시하는 것이다. 이 연구팀은 10 오더까지 다양하게 전기 저항을 변화시킬 수 있다. 이것은 플라스틱 박막을 제조할 때 조건들을 변화시키기 위한 10억 개의 다양한 전도성을 가진 플라스틱 박막을 만들 수 있다는 것을 의미한다.

이 새로운 물질들은 마이크로 전기 기기들에서 흔히 사용되는 장비를 가지고 쉽게 제조될 수 있고 표준 반도체 고분자들에 비교하여 산소에 대한 훨씬 더 큰 노출 내성을 가지고 있다. 이 혜택들은 현재와 차세대 기술 사이의 융합인 플라스틱 전자 기기 응용들을 위한 소프트(soft) 물질들의 진행 중인 개발에서 이온 빔 처리된 고분자 박막들이 밝은 미래를 제공할 것이다.



그림 5. 전도성 박막의 샘플.

<ChemPhysChem., DOI:10.1002/cphc.201000762>

고분자 유기EL의 발광에 충분한 전류를 제어하는 고분자 유기 TFT 개발

오사카대학 산업과학연구소, 히로시마대학 공학연구원, 스미토모화학 주식회사 및 독립행정법인 산업기술종합 연구소(AIST; Advanced Industrial Science and Technology)와 공동으로 실시하는 과학기술진흥기구(JST; Japan Science and Technology Agency) 산업 이노베이션 가속사업의 일환으로 스미토모화학(주)가 이미 개발한 고분자 유기 EL을 발광시키는데 충분한 전류를 공급할 수 있는 고분자 유기 트랜지스터를 개발하였다.

유기 EL(Electroluminescent) 발광다이오드 및 유기 TFT(thin film transistor) 등 유기반도체를 이용한 다이오드는 저비용, 대면적의 박막형 디스플레이와 같이 차세대 일렉트로닉스 산업을 구축하는 기술로서 기대되고 있다. 그 중에서 고분자 반도체는 용액을 도포하여 박막이 형성되기 때문에 실온에서의 인쇄법 등 간편한 공정에 의해 대면적으로 소재 패턴을 제작할 수 있으며, 저비용으로 플라스틱 위에도 디스플레이 패널을 형성할 수 있어 산업상 장점이 상당히 크다.

고분자 반도체를 이용한 고분자 EL 소자를 용액도포에 의한 간편한 방법으로 제작하는 기술은 이미 스미토모화학(주) 등에 의해 개발되었지만, 저비용, 대면적의 박막형 디스플레이를 실현하기 위해서는 각 고분자 EL 다이오드를 제어하기 위한 고성능의 고분자 TFT와 조합시킬 필요가 있었다. 유기재료로 구축한 유기 EL 디스플레이는 종래, 저분자 유기반도체를 진공 증착시켜 형성된 TFT 위에 저분자 유기 EL 재료를 진공 증착시켜 제작하였다. 때문에 설비 비용이 고가이며, 플렉시블화 및 대형화가 곤란하였다. 유기 EL 다이오드 및 유기 TFT 다이오드를 도포하여 제작할 수 있으면, 설비비용이 낮아지고 플렉시블화 및 대면적화가 용이하게 된다. 이를 위해서는 대기에서 안정되게 용액을 도포할 수 있는 재료가 필요하다.