

20. 학사논문 지도교수: 이 정 훈

20-1. 나노입자를 이용한 전자종이

20-2. 나노입자를 이용한 태양전지

20-3. 나노입자를 이용한 인공근육

교수 연락처 전화: (02) 880 - 9101, E - mail: jleenano@snu.ac.kr

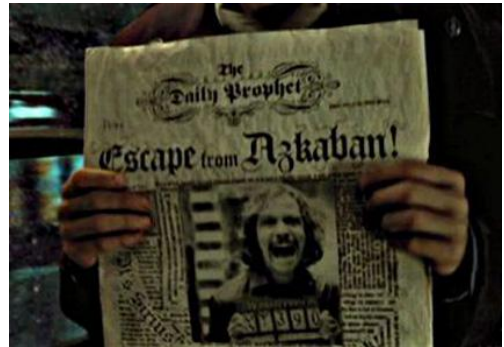
실험실: 나노/마이크로 시스템 연구실 (Nano/Micro Systems Lab.)

연락처 전화: (02) 880 - 9101, 담당조교: 박진혁, E - mail: jin202@snu.ac.kr

연구실 홈페이지: <http://nmsl.snu.ac.kr>

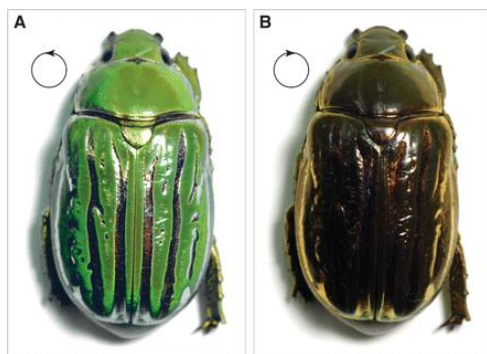
20-1. 나노입자를 이용한 전자종이 학사논문 지도교수: 이 정 훈

영화 Harry Potter 에서는 그림이나 글씨가 수시로 변하는 신문이 나온다. 이와 같이 접을 수 있고 매우 얇으며 종이와 같은 질감을 갖는 ‘전자종이’ display 의 개발은 전세계 모든 전자회사들의 꿈이다. 이와 같은 display 야 말로 휴대성을 극대화 하고 인간공학적이고 직관적인 communication 을 가능하게 해주는 매체가 될수 있기 때문이다. 예를 들어 현재 휴대용 컴퓨터의 display 는 전력소모의 대부분을 차지하고 있으며 딱딱하고 무거우며 발열도 많이 된다. 이미 e-paper 라는 이름으로 상품화된 제품도 있으나 현재 display 의 연장선일 뿐이고 영화에서처럼 동영상 가능한 ‘종이’의 개념에서는 매우 동떨어져 있다. 앞으로 진정한 의미의 전자종이가 개발되어 적용될 경우 접어서 다니는 컴퓨터, 핸드폰, GPS, 심지어는 투명망토 등이 등장할 것이고 자동차의 유리나 집의 한 벽면에 도배하듯이 display 를 설치하는 일이 가능해 질것이다.



나노입자는 크기가 10 nm 안팎의 주로 금속성 입자들이다. 이 나노입자의 중요한 특성 중 하나는 크기와 형상 그리고 입자간의 거리에 따라 반사되는 파장이 다르게 되어 여러가지 색감을 동일 재료로 표현할 수 있다는 점이다. 최근 Science 등의 논문에서는 딱정벌레와 같은 곤충의 아름다운 색깔이 이러한 나노입자의 표면 형상에서 나오는 소위 구조색 (structural color)에 의한 것이라는 것을 밝힌바 있다.

<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/325/5939/449>



본 연구에서는 나노입자를 이용한 구조색을 여러가지 방식에 의하여 구현하고 동적으로 바꾸어 줄 수 있는 기술을 다룬다. 특히 이러한 방식을 사용하여 위 기술한 진정한 의미의 전자종이에 적용할 수 있는 방식을 찾아내고자 한다. 이를 위하여 각종 선행기술조사가 행하여 질것이고 실제로 금나노 입자 등을 사용하여 구조색을 구현하는 실험을 할 것이다.

특히 이러한 구조색을 전기장 등을 이용하여 동적으로 바꾸어 줄 수 있는 아이디어를 제안 하고 검증하는 흥미로운 일을 할 것이다.

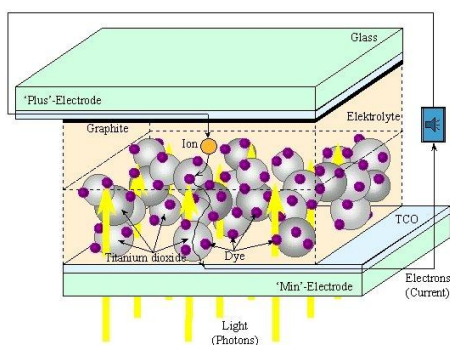
20-2. 나노입자를 이용한 태양전지

학사논문 지도교수: 이 정 훈

태양광 발전 또는 태양전지는 최근 녹색기술의 가치를 내걸고 추진하는 여러 과학 정책의 핵심 중 하나가 되고 있다. 우리나라에서는 이미 많은 주거용 태양광 발전설비가 공급되어 운용되고 있다. 태양전지의 대세를 이루는 기술은 silicon 기판을 이용한 방식이다. 이 방식에서는 실리콘 기판 위에 PN diode를 형성 시키고 태양광에 의하여 여기 (excite) 된 전자들을 외부로 끌어내어 전원을 얻게 된다. 이 방식은 현존하는 태양전지 중 가장 효율이 높아서 (약 25%) 가장 일반적으로 사용되고 있다. 그러나 이 방식은 제작단가가 비싸며 panel 이 딱딱하고 무겁게 제작되어 매우 한정된 면적에만 설치가 가능하다. 도료와 같이 단순히 painting 등을 통하여 임의의 표면에 태양전지를 ‘칠해서’ 만들 수 있다면 이 분야 기술에 획기적인 전기가 될 것이다.



최근 에너지 전이에 민감한 나노입자를 이용하여 태양광을 전기로 전환시켜주는 염료감응형 태양전지 (Dye Sensitized Solar Cell, DSSC)의 가능성에 대해 과학자들이 주목을 하고 있다. 이는 위에서 언급한 기존 태양전지의 한계를 극복할 수 있는 가능성을 가진 기술로 매우 저가로 어디든 원하는 표면에 태양전지를 만들어 줄 수 있는 기술이기 때문이다. DSSC에서는 나노입자 염료를 전기 전도도가 있는 polymer와 섞은 뒤 태양광에 의하여 여기된 전자를 포집하는 방식을 쓰게 되므로 이론적으로는 paint와 같은 방식으로 태양전지를 구현할 수 있다. 그러나 위의 silicon panel과 달리 여기된 전자가 포집 될 때까지의 거리가 길어지게 되어 전체적인 효율이 급감하는 문제가 있다. 최근까지 달성된 최대 효율은 5% 내외로 보고되고 있다.

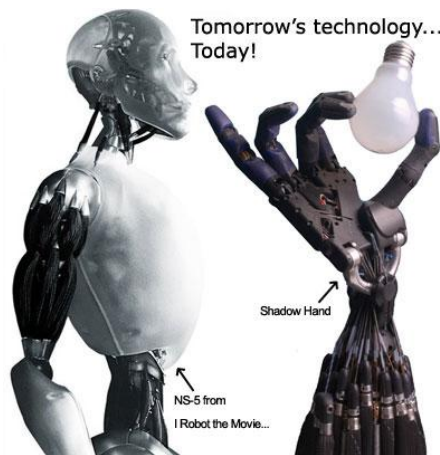


본 연구에서는 DSSC의 효율을 크게 개선시킬 수 있는 기술에 대하여 아이디어를 내고 실험적으로 검증하고자 한다. 예를 들어 탄소나노튜브나 graphene 등의 나노구조체를 나노염료와 함께 분산시켜 전자를 포집 하는 효율을 높이는 공정을 생각해 볼 수 있다. 이 외 전혀 다른 방식으로 태양전지의 효율을 높일 수 있는 새로운 아이디어 등도 제안 받아 검증하는 절차를 거칠 것이다.

20-3. 나노입자를 이용한 인공근육

학사논문 지도교수: 이 정 훈

미래의 로봇과 인간의 교감을 그린 영화 iRobot에는 근육의 속까지 훤히 들여다 보이는 인간과 매우 흡사한 로봇이 등장한다. 이 로봇이 사용하는 근육은 인간의 근육과 놀랍도록 비슷한데 매우 유연하고 소리 없는 동작과 엄청난 power density를 자랑한다. 실제로 오늘날 humanoid라는 로



봇을 구현하기 위해서는 이와 같은 실제 생체를 모사한 근육과 같은 기초기술의 개발이 절실하다. 예를 들어 일본의 혼다에서는 아시모라고 하는 humanoid를 개발하였으나 그 동작이 현존하는 세계최고의 성능을 가졌다고 안정됨에도 불구하고 실제 인간의 부드럽고 세



련된 동작과 비교하여 부족한 점이 많다.

동물근육의 특징을 보면 actin-myosin motor 라고 하는 매우 특이한 단백질의 조합이 화학적 에너지를 기계적 운동으로 전환시키는 놀라운 구조를 하고 있다. 이 경우 근육의 운동은 오늘날 인류가 개발한 나노기술보다 훨씬 진보된 바이오-나노 운동 방식을 채택하고 있다고 할 수 있다.

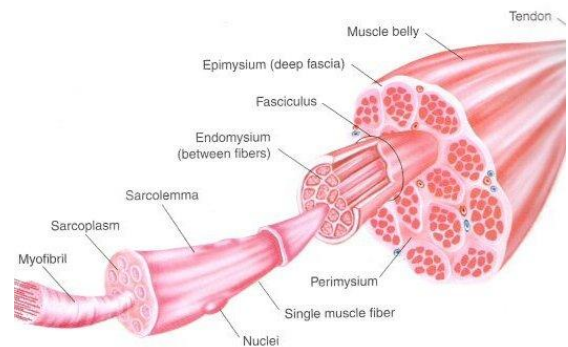


Figure 1: Muscle belly split into various component parts (from Essentials of Strength Training & Conditioning, National Strength & Conditioning Association)

본 연구에서는 인공근육을 나노입자와 polymer 등을 조합하여 실제 생체와 유사하게 구현할 수 있는 방식에 대하여 다루고자 한다. 예를 들어 나노입자 들은 폴리머 조직상에 규칙적으로 분산시킬 수 있다. 이러한 나노입자-폴리머 복합체에 화학적 또는 전기적 에너지 등을 공급하여 나노입자 간의 상대 운동을 만들 수 있고 이를 조합하면 근육과 같은 수축장치를 만들 수 있다. 본 연구를 통하여 필요한 나노입자의 종류 (예를 들면 전기적, 전기 화학적, 또는 전자기적 특징을 갖는 나노입자 들) 그리고 적절한 폴리머의 조합, 그리고 분산 및 결합 방식 등에 대한 독창적인 아이디어를 내고 이론 및 실험적으로 검증하고자 한다.