

광메카트로닉스공학과 뉴스레터 9월호

개강한 지가 바로 엇그제 같은데 벌써 9월이 다 지나갔습니다. 매일 늦게 자고 늦게 일어나는 생활에 익숙해져 강의 시간에 꾸벅거리던 몸도 이제 제법 제시간에 제 기능을 하기 시작하는 듯합니다. 번덕스러운 날씨 때문인지 여기저기 기침 소리가 자주 들려오는데 모두 감기 조심하시길 바라며, 9월호도 재미있게 읽어 주시기 바랍니다. - 편집부 -

ARTICLE

차단기 적용을 위한 초전도체의 합성

정경원 (19학번)

고온 초전도체 연구는 그것이 갖는 물리화학적 중요성과 더불어 미래의 에너지 관련 산업에서 중요한 위치를 차지한다. 초전도 재료는 초전도 송전, 전기 저장, 초전도 발전, 핵융합과 같은 기존 에너지 계통의 효율을 높일 수 있는 기술의 핵심적인 소재이며, 이 외에도 자기부상열차, 핵자기 단층촬영, 주요 지원 회수용 자기분리장치, 초고속 연산 컴퓨터와 무접촉 베어링, 초전도 전도선 등, 기타 산업 분야에서도 그 용도가 점차 확장되어 가고 있다. 지난 수년 동안 초전도 선재를 상업화하기 위한 노력의 성과로 초전도체의 전류 특성은 많이 향상되었지만, 아직도 초전도 결정 간의 약결합이나 플럭스 크립과 같은 문제들이 해결되어야 하는 과제로 남아 있다.

이번에 소개하고자 하는 연구는 곧 도래할 DC 전력기기에 적용 가능한 기술과 관련되어 있다. 바로 자기장을 나타낼 수 있는 DC 차단기 적용 기술개발에 응용할 수 있는 대면적 초전도 결정 성장에 관한 연구이다.

결정 성장을 위해 먼저 $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ 분말을 전자저울로 칭량하고 초전도 원료 분말을 혼합하여 제조되었다. 이 혼합 분말을 7ton의 압력으로 일축 성형하여 성형체를 만든 후 제작공정으로 단결정을 만들어진다. 다음으로 초전도 분말을 칭량하여 15ton의 압력으로 일축 성형한 후 CIP (cold isostatic press)을 하여 약 $50 \times 50 \times 20$ mm인 성형체로 만들어진다. 열처리 도중, Y123 성형체 아래에 Yb_2O_3 분말과 Y_2O_3 를 3:1로 혼합한 것을 15g 일축 성형하여 MgO 기판 위에 올려놓는다. Y123 성형체 내부에 남게 되는 기공층을 최대한 없애기 위하여 15ton으로 일축 성형한다.

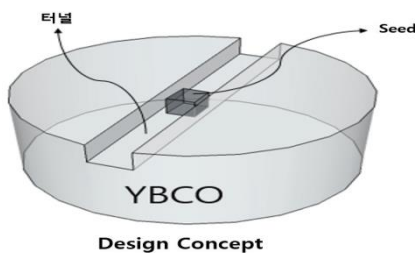


그림 1. Concept of superconducting crystal growth process

위 그림은 본 연구의 초전도 결정 성장 공정의 개념도이다.

seed로 사용되는 초전도체에 공기 또는 산소를 공급하기 위한 경로를 설치하고, seed와 liquid와의 접촉 면적을 최소화하기 위한 공간을 마련한다.

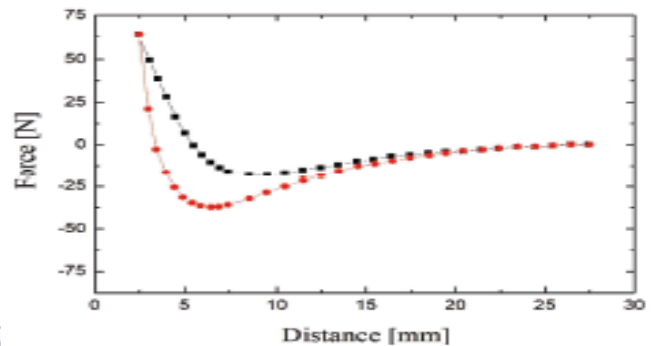


그림 2. Measurement of magnetic levitation force of YBaCuO

그림 2에서 초전도체의 내부 결정 공정에서 초전도체 내부에 터널링 프로세스를 적용함으로써 초전도 벌크 시료의 zero field cooling상태에서 측정된 최대인력이 60.15 N으로 나타난 것을 볼 수 있다. 이는 초전도체에 확산된 공기 중의 산소는 초전도 전이온도의 변화에는 관계없이 초전도 플럭스 피닝 효과에 기능하고 있는 것으로 사료된다. 연구에서는 공기 중의 산소가 열처리 과정에서 그 확산 경로를 통하여 결정입계 중으로 확산되면서 초전도 내부에 211 phase가 활발하게 생성되며 초전도 플럭스 효과의 향상을 가져와 초전도 자력 특성이 크게 개선되었다고 소개한다.

본 연구에서 이용된 공법은 기존 단결정 종자 성장 공법과는 다르다. 한 개의 YBCO 시편 위에 한 개의 seed를 올리고 그 위에 다시 YBCO 시편을 올려 동시에 상하 시편에 성장을 기하는 형식으로써, 기존의 용융 공정과 비교했을 때 초전도체의 seed로부터 상부와 하부 면으로 동시에 성장이 가능하다. 또한 ab 면의 성장 부분 및 상부 면의 ac 면의 성장 비율을 제어할 수 있다고 한다. 연구에서 제시하는 터널링 프로세스는 표면으로부터 초전도 내부로 직접적인 플럭스 주입을 가져오며, 초전도 내부의 결정입계의 상태를 개선하는 효과를 가져와 플럭스 피닝의 상승효과를 나타낸다고 소개되어 있다.

관련 지식의 부족으로 본 내용을 설명하는데 어려움이 있었다고 생각합니다. 너그러운 이해 부탁드립니다.

참고: Sang Heon Lee, Dong Hyun Shin, Jae Min Jung, Sara Davis, Hyung Jun Yu, Jae Woo Lee. /Study on the fabrication of superconducting bulk for DC breaker(2018)

구리 나노 잉크의 전도성 향상 연구

전극 감응형 네트워크

최희승 (18학번)

복합재는 고분자 matrix에 탄소섬유 또는 유리섬유와 같은 강화 섬유가 보강된 재료로 비강성 및 비강도가 높다는 특징을 가지고 있기 때문에 금속재의 대체재로 각광받고 있다. 최근 고기능의 고분자수지 대량생산에 따른 복합재의 가격 하락 및 이산화탄소 배출 규제에 따른 차량 중량 감소의 요구로 인해 선진국을 중심으로 자동차 부품으로 복합재를 적극적으로 이용하는 추세이다. 금속재를 탄소섬유 복합재로 전환할 시, 약25~50%의 중량을 감소시킬 수 있어 경량화를 크게 달성할 수 있다. 복합재는 섬유 방향으로의 강성 및 강도가 우수하나 matrix 물성이 지배적으로 나타나는 층간부분에는 인성이 약하기 때문에 실제 운용 중에는 이런 부분에 작은 균열들이 빈번히 발생한다. 미소균열은 치명적인 파손으로 이어질 수 있기 때문에 실시간 손상 감지 시스템의 개발이 요구되고 있다. 이에 전극 감응형 네트워크를 이용한 실시간 손상감지 모니터링에 관한 연구가 다양하게 이루어지고 있다.

탄소섬유 복합재 상에 전극을 형성시키는 방법으로는 포토 리소그래피, 전극 테이프 부착, 그리고 인쇄전자 기반의 은 나노 잉크를 이용한 것들이 있다.

이번에 소개하고자 하는 것은 저렴하면서도 전기전도도 및 접촉 저항이 낮은 전극을 형성시키기 위해 구리 나노 입자를 기반으로 한 구리 나노 잉크를 제조하여 복합재 상에 프린팅, 광소결시킨 형태이다. 구리 나노 잉크의 소결 특성 및 탄소섬유 복합재와의 접촉력을 향상시키기 위해 고분자 바인더 및 실레인 첨가물의 양을 조절하면서 잉크가 제조되었으며, 제조 및 프린팅된 잉크는 광소결 기법을 통하여 상온 대기 중에서 소결되었다.

Experiment Procedure

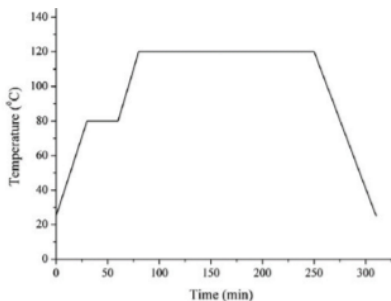


그림 1. Temperature profile for curing of CFRP plate

탄소섬유 복합재를 제조하기 위해 복합재료 프리프레그 (USN-150, tply : 0.155 mm, SK Chemicals, Korea)를 20장 적층 후 고온 프레스 장비를 통하여 탄소섬유 복합재 패널을 제작하였다(그림1). 구리 나노 잉크 제조를 위해 Diethylene glycol

(DEG,99 %; Sigma Aldrich) 3 g 및 Diethylene glycol butyl ether (DEGBE, Sigma Aldrich) 1g을 섞은 용액에 ethyl cellulose (EC, Sigma Aldrich)를 0.05 ~ 0.25 g과 같이 다양한 양에 대해 첨가 후, 소니케이터를 이용하여 2시간 분산시켰다. 또한, 소결 후 탄소섬유 복합재와 구리 전극의 박리를 방지하

기 위해 실레인(Sigma Aldrich)을 0.1 ~ 0.2 g 범위 내에서 추가적으로 첨가하였다(Table 2). 분산된 혼합 용액에 구리 나노 입자(Cu NPs, 100nm in diameter, TEKNA) 7 g 및 Cu precursor 3 g (copper (II) nitrate trihydrate, Cu(NO₃)₂·3H₂O,99%, Sigma Aldrich)을 첨가시킨 후 3 롤밀을 이용하여 1시간 분산을 통해 구리 나노 잉크가 제조되었다.

Results and Discussion

탄소섬유 복합재 상에 인쇄된 구리 나노 잉크를 소결시키기 위해 광소결이 수행되었다. 펄스 수는 1, 조사 시간은 5 ms로 고정되었으며 그림2는 소결 에너지에 따른 구리 전극의 비저항을 나타낸 것이다. 조사 에너지가 낮을 때에는 소결에 필요한 에너지가 충분하지 않아 소결 후 비저항이 무한대에 가까워 측정되었음을 확인할 수 있다. 따라서 에너지가 높아짐

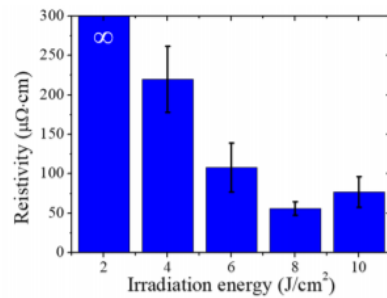


그림 2. Resistivity flash light sintered Cu electrodes with respect to irradiation energy (one pulse and 5 ms on-time)

에 따라 소결에 필요한 충분한 에너지를 충족하게 되면서 전도성이 점점 높아지는 것을 확인할 수 있다. 그러나 10(J/cm²)의 에너지를 조사했을 경우 에너지가 과다하여 기관 및 전극에 burn-out이 발생했기 때문에 비저항이 높게 측정되었다. 상기 결과로부터 최적 조사 에너지는 8(J/cm²)인 것으로 파악되었다. 상기 결과는 EC 바인더가 0.05 g인 경우의 결과인데, 상기 최적 소결된 전극의 비저항은55(μΩ·cm) 정도로 높은 것을 확인할 수 있었다. 이는 구리 나노 입자를 환원시키는 바인더가 부족하여 최적 에너지로 소결하여도 이러한 높은 비저항을 가지는 것으로 파악되었다.

Conclusion

본 연구에서는 탄소섬유 복합재의 손상 감지를 위한 고전도성 전극을 값싼 방법으로 형성시키기 위해 구리 나노 잉크 및 광소결 기법이 도입되었다. 구리 나노 잉크를 원활히 소결시키기 위한 적절한 고분자 바인더 양을 탐색하기 위해 EC의 양을 조절해가며 소결 특성을 분석하였다. 또한, 탄소섬유 복합재와 구리 전극 사이의 박리를 방지시키기 위해 실레인을 추가적으로 첨가하여 잉크 제조 및 소결을 수행하였다. 그 결과, 10.1(μΩ·cm)의 높은 전도도 및 1.3 Ω의 낮은 접촉저항을 가지는 전극을 성공적으로 얻을 수 있었다. 또한, SEM 결과로부터 구리 나노입자들이 잘 소결되었음을 확인할 수 있었다.

참고: 주성준, 유명현, 김학성 / A Study for Improvement of Electrical Conductivity of Flash Light Sintered Cu Nano-Ink for Damage Detection of Carbon Fiber-Reinforced Composite Via Addressable Conducting Network (ACN) (2017)

우리 몸을 고치는 나노 가위

CRISPR 유전자 가위를 이용한 질병진단과 치료

백미정 (17학번)

인간 유전체에 대한 연구를 통하여 여러 질병과 관련된 유전자의 기능이 알려지기 시작하면서 질병 치료를 위한 다양한 시도가 이루어져 왔으며 현재도 여전히 진행 중이다. 지금까지는 약물을 이용하여 이미 발병한 상태의 유전 질환을 치료하고자 하는 움직임이 많았다면 이제는 보다 근본적으로, 즉 유전자 단계에서 질병을 치료하기 위한 접근이 필요하게 되었다. 그러한 접근 중 하나로 유전자 교정을 통한 유전자 치료가 각광받고 있으며, 유전자 가위를 이용한 유전자 교정 기법이 소개되면서 특정 염기서열을 원하는 대로 바꾸는 유전자 교정이 가능해졌다.

유전자가위 기술은 미생물의 적응 면역의 일종인 CRISPR-Cas 시스템으로부터 유래했다. CRISPR는 Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats의 줄임말로 주기적 간격으로 무리를 이룬 짧은 회문 구조의 반복 염기 서열을 말한다. CRISPR-Cas란 바이러스 감염 시 숙주 세포에 바이러스 DNA 일부를 저장하고, 특정한 Cas 단백질과 결합한 후 바이러스 DNA 혹은 RNA를 파괴하는 시스템으로 다른 유전자 가위와 달리 매우 정교하다는 장점이 있다.

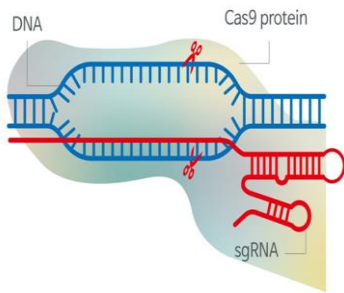


그림 1. CRISPR-Cas9 구조

자인하면, Cas9/sgDNA 복합체가 목적 DNA에 결합하여 절단하는 CRISPR 유전자 가위가 제작되는 것이다.

CRISPR 유전자 가위에 의해 동물 세포 계능에서 이중 가닥 절단이 발생하고, 절단된 DNA가 수선되면서 변이가 발생한다. 이 현상을 이용하면 원하는 유전자를 결손 하거나 다양한 유전자를 원하는 위치에 삽입하는 등과 같은 유전체 편집이 가능하다. Cas9 단백질의 생화학적 특성 및 모듈성을 이용하면 유전체 편집뿐만 아니라 유전자 발현조절, 유전체 편집, 단일 염기 편집 등이 가능하다.

유전자가위가 대상유전자의 DNA 염기서열의 특이적인 부분에 결합하여 양 가닥 절단을 만든다. 유전자가위에 의해 발생한 DNA 양 가닥 절단은 세포 내의 repair system에 의해 복구된다. 이렇게 염기서열의 교정, 원하는 유전자의 삽입 등이 가능하다. 따라서 유전자 가위를 이용한 유전체 교정은 질병 치료에 다양하게 이용될 수 있다.

CRISPR-Cas시스템은 구조와 기능에 따라 여러 가지로 나뉘게 되는데 그 중 CRISPR-Cas9시스템은 크립1처럼 Cas9 단백질과 sgRNA로 구성된다. Cas9 단백질에는 DNA를 절단할 수 있는 endonuclease 활성이 존재하고 sgRNA는 목적 DNA에 결합할 수 있는 스페이서 서열이 존재한다. 이 스페이서를 원하는 목적 DNA 서열에 상보적으로 디자인하면, Cas9/sgDNA 복합체가 목적 DNA에 결합하여 절단하는 CRISPR 유전자 가위가 제작되는 것이다.

CRISPR-Cas9시스템은 유전체 편집뿐만 아니라 암, 바이러스 감염과 같은 질병을 조기에 진단하는 데에도 사용될 수 있다. 그 예로 다양한 암을 조기에 진단하는 CUT_PCR 방법을 들 수 있다. 이 방법은 혈액에 존재하는 암세포로부터 유래한 미량의 순환 종양 DNA를 중합효소 연쇄 반응으로 검출하는 방법으로 정상 세포로부터 유래된 다량의 DNA가 CRISPR-Cas9에 의해 제거되기 때문에 순환 종양 DNA가 선택적으로 증폭된다. 이 방법을 대장암 환자의 혈액에 적용한 결과 암과 연관된 변이를 효과적으로 검출할 수 있다.

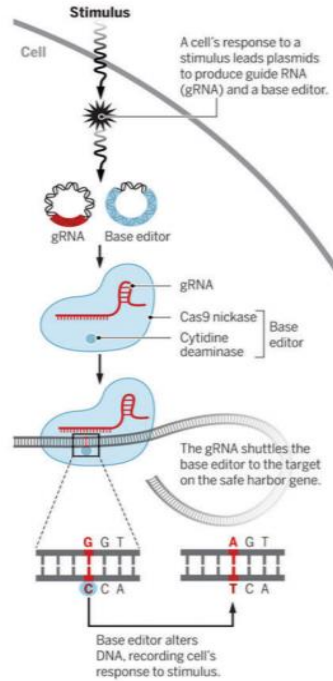


그림 2. CRISPR-Cas9시스템을 이용한 기록장치 CAMERA 시스템

세포 분화, 노화, 암 발생 과정 동안 세포 상태의 변화를 기록하여 관찰하는 것은 생명현상에 대한 이해와 치료제 개발에 매우 중요하다. CRISPR-Cas9의 유전체 편집 기능을 활용하면 세포가 받는 다양한 외부 혹은 내부 신호에 대한 기록을 DNA에 지속적으로 저장할 수 있다. 왼쪽은 CRISPR-Cas9을 이용한 기록장치인 CAMERA 시스템이다. 외부 자극 시 CRISPR 염기교정 유전자 가위가 발현되어 세포 염색체의 시토신을 티민으로 변이시킨다. 이 변이 서열을 분석하면 외부 자극의 유무를 판독할 수 있다. 이렇듯 카메라 시스템은 신호에 대한 기록이 DNA에 저장되기 때문에 염기 서열 분석을 통해 변이의 빈도 판독이 가능하고 신호의 유무 및 지속 시간 등에 대한 정보를 알 수 있다.

유전자 교정 기법을 이용한 유전자교정의 효율과 안전성을 증가시켜 더 다양한 질병의 유전자치료를 적용하기 위하여 많은 연구진들의 관심이 개선된 유전자가위의 전달기법에 더해지고 있다. 기존의 바이러스나 RNA interference를 이용한 유전자 치료방법과 마찬가지로 안전성이나 치료 효율에서 아직 완전하지 못한 기법이지만, 유전체의 특정 부위를 선택적으로 변환시킬 수 있다는 놀라운 장점 때문에 빠른 속도로 발전하고 있는 기법이다. 또한 안전성 및 전달 효율을 증가시키기 위한 다양한 시도도 이루어지고 있다. 앞으로의 연구를 통해 안전하고 효율적인 유전자가위의 전달형태 및 전달방법의 개발과 유전자가위 사용의 최적화된 조건이 확립된다면, 수많은 질병의 치료방법으로서 유전자가위를 이용한 유전자 교정 기법이 쓰이는 일이 널리 퍼질 것이다.

참고: 2018.4, 이대희, CRISPR 유전자 가위와 인공 유전자 회로를 이용한 질병의 진단과 치료

2015.12, 권순일, 새로운 유전체 편집용 유전자 가위, CRISPR

뇌과학의 혁명 '光유전학'

이석현 (14학번)

다방면으로의 인류의 눈부신 발전 덕분에 점차 인간의 손이 닿지 않는 곳이 없어지고 있다. 미지의 영역이었던 우리 인간의 '뇌' 또한 그러하다. 발전에 발전을 거듭해 나가는 주체인 인간, 그러한 인간의 사고 기능을 담당하는 기관인 뇌. 예로부터 뇌의 신비를 풀고자 하는 움직임은 인문학적으로, 혹은 공학적으로, 때로는 신경과학적으로, 계속되어 왔다. 그리고 각각의 분야에서 나름대로 유의미한 성과를 거두어 왔다.

필자는 이번 기사를 통해 본인이 몇 해 전에 읽었던 뇌과학 관련 기사를 한 편 소개하고자 한다. 조금 오래된 기사일 수도 있으나 우리 학과의 대학교 및 대학원 이름인 '광메카트로닉스공학과'와 '인지메카트로닉스공학과'에 어울리는 내용이라 판단하여 이번 기회를 통해 소개하게 되었음을 밝히며, 아래 문단부터가 기사의 본문이다.

빛으로 뇌의 비밀 풀고 새로운 치료법 찾는다

"빛과 색은 그동안 뇌 속 신경세포(뉴런)들의 활동을 기록하는 데 사용되어 왔지만, 최근 기술 발전으로 빛을 뇌 조직 속의 더 깊은 곳까지 전달할 수 있게 돼, 뇌 질환 치료법 향상의 길을 열게 됐다." 세계경제포럼(WEF)는 지난 6월 '2016년 10대 유망 기술' 중 하나로 광유전학을 꼽으며 선정 이유를 이렇게 밝혔다. 광유전학은 빛을 이용해 살아있는 생물 조직의 세포를 제어하고 연구하는 분야로, 핵심기술이 실험적으로 구현된 지 불과 10여 년 만에 자율주행 자동차, 개방형 인공지능 생태계, 나노 사물인터넷 등과 나란히 올해 10대 유망기술로 선정됐다.

녹조류 감광 단백질 활용, 빛으로 세포를 탐구, 제어

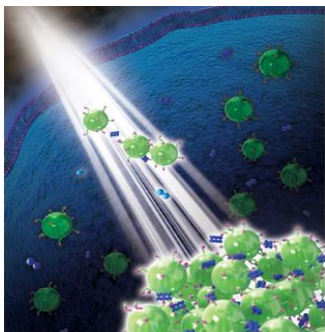


그림 1. 광유도분자올가미 예시
있었다. 이제 과학자들은 빛을 이용하는 광유전학 기술로 이러한 한계를 극복하고 원하는 신경세포만을 빠르고 정확하게, 그리고 안전하게 제어할 수 있게 됐다.

광유전학을 가능케 한 '빛 감지 센서'인 감광단백질은 '클라

미도모나스(Chlamydomonas)'라는 녹조류에서 발견됐다. 독일 뷔르츠부르크대의 게오르크 니겔 교수팀이 빛을 향해 움직이는 단세포 녹조류인 클라미도모나스에서 빛을 감지하는 단백질 '채널로돕신(Channelrhodopsin)'을 발견해 관련 논문을 2002년 '사이언스'에 발표했다. 연구팀은 빛을 쬐어주면 클라미도모나스에 전류가 흐르는데, 여러 실험 결과 채널로돕신이란 단백질이 청색 빛을 받으면 전류를 만들어 낸다는 사실을 알아냈다.

예쁜꼬마선충 조종부터 생쥐 뇌 기억 조작까지

초파리, 꼬마선충 연구에 머물던 광유전학은 2007년 미국 듀크대의 조지 어거스틴 교수나 채널로돕신 유전자를 가진 생쥐를 만들어내면서 뇌 연구에도 본격적으로 적용됐다. 대표적인 예가 노벨 생리의학상 수상자인 미국 매사추세츠공대(MIT) 도네가와 스스무 교수팀의 연구성과다. 도네가와 교수팀은 2013년 빛을 이용해 생쥐 뇌 해마를 자극해 나쁜 기억(전기자극 트라우마)를 떠올리게 만드는 데 성공해 '사이언스'에 발표했다. 2014년에는 생쥐에게 전기자극 트라우마와 빛 자극을 연결짓게 만든 (조건화한) 후, 다시 좋은 경험과 빛 자극을 조건화해 트라우마를 잊게 만드는 데도 성공해 '네이처'에 게재했다.



그림 2. 뇌세포 속 물질 조작을 위해 쥐에게 빛을 비추고 모습

현재 광유전학을 파킨슨병, 정서불안장애 등 다양한 정신질환의 치료에 적용하려는 연구가 한창 진행되고 있다. 지난 3월에는 일본 이화학연구소와 미국 MIT 신경회로 유전학센터 소속 연구진이 광유전학 기술을 이용해 알츠하이머

질환 모델 쥐의 뇌에서 신경세포의 연결지점들을 활성화하면, 저장됐던 기억이 복원된다는 사실을 밝혀 '네이처'에 게재했다. 알츠하이머 질환의 기억 장애가 기억 저장의 문제가 아니라 저장된 기억을 끄집어내는 과정의 문제일 가능성을 제시한 것이다.

광유전학 연구는 국내에서도 활발하게 이뤄지고 있다. 허 교수 연구팀은 수술 없이 뇌에 빛만 비추는 방법으로 동물의 뇌 유전자를 켜고 끄는 기술을 개발했다. 평소에는 단백질이 기능하지 않고 있다가 빛을 비추면 마치 스위치를 켜 것처럼 작동하는 원리다. 스마트폰 손전등이나 레이저 포인터로 켜고 끄다. 허 교수는 "광유전학을 이용하려면 지금까지는 수술을 통해 실험동물의 뇌에 광섬유를 심어야 했다"며 "수술을 하지 않고 세포에 빛만 비춰도 유전자를 작동시킬 수 있어 광유전학을 한 단계 더 발전시켰다는 평가를 받는다"고 말했다.

참고 2019, IBS(Institute for Basic Science) 뉴스센터, 과학지식백과

NANO TECHNOLOGY, Useful or Harmful ?

정경원 (19학번)

나노 기술은 크기의 단위를 뜻하는 'nano'라는 말에서 왔다. 나노라는 말은 10억분의 1을 뜻한다. 크기의 단위로 보자면 10억분의 1m라고 할 수 있다. 1나노미터가 머리카락 굵기의 약 8-10만분의 1 정도이며, 원자 3~4개에 해당하는 정도의 크기라면 나노미터가 어느 정도 길이인지 감이 잡힐 것이다. 1 나노미터는 눈으로 볼 수 없고 최첨단 현미경으로 보아야 겨우 볼 수 있을 정도의 크기이다. 나노 기술은 '나노미터 수준의 물질에 대한 이해와 제어를 가능하게 하는 과학기술'로 요약될 수 있다. 사실 굉장히 광범위한 정의라고 할 수 있다. 그러므로 화학, 물리학, 생물학 등 다양한 과학 분야와 관련이 있고, 응용 범위도 의료, 섬유, 건설, 전자 제품 등 무궁무진하다.

나노 기술의 구현 방식은 간단하게 두 가지, 'Top-down' 방식과 'Bottom-up' 방식으로 나누어 볼 수 있다. 'Top-down' 방식은 기존의 가공방식에 해당하는 것인데, 큰 덩어리를 작게 쪼개고 다듬어서 원하는 물건을 만드는 것으로 미세가공을 통해 나노미터 크기로 소형화하는 기술을 말한다. 다음으로, 'Bottom-up' 방식은 원자나 분자를 조작하여 원하는 구조체를 형성시키는 기술을 말한다.

흔히 나노 기술은 미래를 이끌 첨단 기술의 하나로 평가받는다. 예를 들면 몇 년 전 정부에서는 차세대 전략 기술의 하나로 나노 기반 기술을 꼽고 집중적인 투자를하기로 계획을 세웠고 그 계획은 지금도 활발히 진행 중에 있다. 그렇다면 나노 기술은 왜 이렇게 각광받는 것일까?

나노 기술의 핵심은 나노미터 단위의 '작은 크기'에 있다. 우리의 일상생활에서는 보이지도 않을 정도로 작은 크기의 물질들은 우리가 일반적으로 생각하는 물질들과는 다른 방식으로 행동한다. 그럴 경우 별다른 상태에서는 존재하지 않던, 기존 재료의 새로운 기능을 발견 및 이용하거나 전혀 새로운 기능을 가진 물질이나 재료를 만드는 것이 가능하다. 하지만 한편으로 이는 기존의 상식을 완전히 뒤엎는 상황들이 발생할 수 있다는 것이기 때문에 더욱 많고 깊은 공부와 연구들이 필요하다라는 것을 의미하기도 한다.

예로부터 전해오던 작은 고추가 맵다는 속담처럼, 나노의 '작은 크기'가 불러오는 파급 효과는 대단하다. 먼저 '작은 크기'로부터 파생되는 나노 기술의 장점은 그 작은 크기로 인해 우리가 생활하는 일상에서는 보지 못했던 여러 가지 물리적 현상들이 일어나게 된다는 것이다. 그런 현상이 가능한 이유는 물체의 크기에 따라 물체에 작용하는 상대적인 힘의 세기가 달라지기 때문이다. 좀 더 자세히 설명하면, 자연 상태에서 물체에 작용하는 여러 가지 힘이 있는데, 어떤 힘은 물체가 클 때 더 커지는 반면, 어떤 힘은 물체가 작아졌을 때 상대적

으로 더 커진다. 사람과 달리 중력보다 표면장력이 크기 때문에 물 위에 뜨는 소금쟁이와 같은 벌레를 떠올리면 이해가 쉬울 것이다.

나노 기술의 두 번째 장점은, 원자의 배열부터 새롭게 함으로써 자연에 존재하지 않는 완전히 새로운 물질을 만들 수 있다는 점이다. 기존의 물질에 비해 훨씬 유용한 성질을 가지는 새로운 물질을 만들면 의류, 항공우주, 자동차, 군사 등 다양한 분야에 사용할 수 있을 것이다.

우리의 생활에 밀접하게 이용되고 있는 나노 기술의 예시를 화장품과 관련하여 하나 들어보자. 남녀노소 가리지 않고 만인의 필수품인 자외선 차단제의 자외선 산란제로는 이산화티타늄이라는 물질이 주로 쓰이는데, 이 물질은 밝은 흰색이기 때문에 얼굴에 바르면 지나칠 정도로 하얗게 보일 수 있다. 이러한 문제점을 극복할 수 있는 방법이 나노 기술에 있다. 이산화티타늄 입자를 100~200나노미터 정도의 크기로 만들면 가시광선 영역대의 파장 길이보다 입자가 작아지기 때문에 눈에 보이지 않게 된다. 따라서 기존의 하얀색을 많이 띄던 차단제보다 투명한 차단제를 만들 수 있는 것이다. 또한, 입자가 작아질수록 부피당 표면적이 커지기 때문에, 같은 양을 발라도 자외선을 흡수할 수 있는 표면적이 늘어나 자외선을 막아주는 효과 또한 높아진다.

공상과학 영화에서나 나올 법한 신기한 나노 기술의 모습은 나노 세탁기, 냉장고 등 가전제품을 비롯하여 화장품, 스포츠 용품 등 생활 속에서 자연스럽게 접할 수 있게 되었고, 나노 기술이 적용되어 생산되고 있는 소비재의 수가 약 800여 개에 이르는 등 상상에 그치지 않고 눈부시게 빠른 속도로 발전하여 우리의 삶 속에 자리 잡아가고 있다. 과학기술의 발전과 그로부터 비롯된 변화가 인간의 삶의 수준을 결정하는 중요한 요소가 된다는 점을 고려해 볼 때, 나노 기술의 급속한 발전과 뒤따르는 긍정적 효과는 환영할 만한 것이라 할 수 있을 것이다.

그러나 과연 나노 기술은 오로지 장점들만 있는 것일까? 나노 기술은 무궁무진한 가능성을 가지고 있지만, 아직 알려지지 않은 위험성도 많이 내포하고 있다. 그 중 하나는 작은 크기 때문에 초래된 위험이다. 나노 화장품처럼 몸에 좋은 물질이 흡수가 잘 되면 좋지만, 몸에 해로운 나노 물질이 있다면 다른 물질보다 빨리 흡수되기 때문에 더욱 위험하다. 또한 나노 입자는 원래 자연에 존재하지 않던 물질이기 때문에 우리의 몸은 이를 효율적으로 제거하는 방법을 알지 못할 가능성도 있다. 따라서 몸에 좋지 않은 나노 물질이 몸에 들어올 경우 문제가 심각해질 수 있다. 먼지 같은 이물질로부터 우리 몸을 보호해주는 마스크 같은 기구도 나노 입자 앞에서는 쓸모가 없다. 마스크에 달린 공기 필터는 크기가 작은 나노 입자는 통과시킬 수도 있기 때문이다. 나노 기술을 인간에게 유용하게 사용하기 위해서는 이러한 위험성을 똑바로 알고 통제하는 태도도 꼭 필요할 것이다.

참고: Phi, Yong Ho 나노물질의 위험성 및 나노물질 피해에 관한 법적 대응의 방향



무선충전의 시대

사물무선충전(WCoT) 기술과 발전

백미정 (17학번)

무선전력 전송 (WPT : Wireless Power Transfer) 기술은 전기선 없이 전력을 무선으로 보내는 방식을 말한다. 무선 전력 전송 방식 중 현재 가장 많이 사용되고 있는 자기 유도 무선 전력 전송은 전동 칫솔을 그 시초로 들 수 있다. 또한, 두 개의 분리된 회로를 철심 코어를 사용하여 자기장을 공유하는 방식의 트랜스포머도 그 예로 들 수 있다.

사물 무선충전 (WCoT : Wireless Charging of Things)은 모든 사물에 무선 충전이 가능한 무선전력 전송기술을 말하며, 사물인터넷 (IoT : Internet of Things)과 유사한 성격을 가지고 있다. 즉 모든 사물이 인터넷으로 연결되는 사물인터넷과 같이, 사물 무선충전 또한 모든 사물에 무선충전이 가능한 개념을 말한다. WCoT 기술은 스마트폰 무선충전, 전기차 무선충전, 드론 무선충전, 로봇 무선충전, 메디컬 무선충전 등을 포함하고 있다. 즉 WCoT 기술이 새로운 개념으로 확립될 수 있는 것은 모든 사물에 무선충전이 가능하다는 것에서 출발한다는 것을 말한다.

WCoT 기술은 무선충전의 적용 대상이 명확히 정해져 있으며, 그 대상은 배터리를 사용한 모든 사물 또는 배터리 없이 무선전력이 필요한 모든 사물로 정의할 수 있다. 상당 부분은 이미 무선충전 기술을 적용하고 있으며, 그 예로 전동 드릴, 커피포트 등에 무선충전 기술이 적용되고 있다. 또한, 인체 삽입형 임플란트 센서에 무선전력전송을 적용한 기술도 상용화를 앞두고 있다. 이처럼, WCoT는 다양한 분야에 사용이 가능한 무선전력전송 방식이라 할 수 있다.

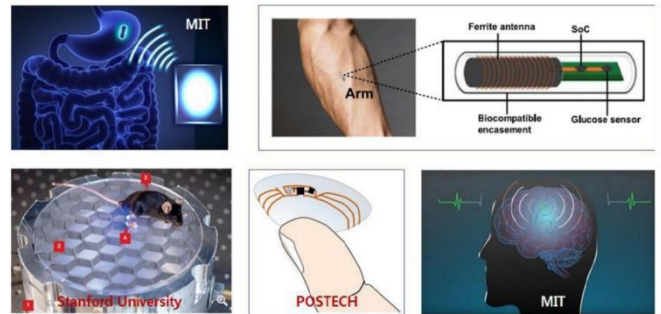
무선 전력전송 (WPT)과 사물 무선충전 (WCoT)을 비교해보자면, 무선 전력전송은 전원선 없이 두 지점 간의 전력을 무선으로 전달하는 현상을 말한다. 자기유도 무선전력 전송, 마이크로파 무선 전력전송과 같이 무선전력 전송 방식에 비중을 두고 있다. 사물 무선충전은 무선전력 전송 방식의 활용 대상이 특정 사물로 명확히 정의됨을 말한다. 즉, 무선전력 전송의 대상 사물이 무선전력을 직접 활용하는 것이다. 따라서 스마트폰, 센서, 드론 등과 같이 무선전력 사용처가 분명히 정해지는 현상을 볼 수 있다. 예를 들어 WCoT센서는 무선충전이 가능한 센서를 표현하고 있으며, WCoT 디바이스는 무선충전이 가능한 전자기기를 말한다.

사물 무선충전 중에서 가장 많이 상용화가 진행된 자기유도 WPT 방식은 전동칫솔을 시작으로 스마트폰 무선충전, 전기차 무선충전, 드론 무선충전 등에 많이 적용되고 있다. 자기유도 방식의 무선충전을 적용한 주요 모델은 스마트폰이며 2019년 현재, 세계적으로 적용되어 사용되고 있다.

세계 자동차 제조사들은 전기차에 무선충전 시스템을 개발하여 시작하였다. 전기차 무선충전 시스템은 완성된 차량에 직접 탑재하는 방식과 전기차에 추가 장착할 수 있는 무선충전 모듈을 개발하는 방법 등이 있다. 실제로 최근 골프 카, 전자기기, 드론 등에 대한 모듈이 만들어졌다.

우리 주위에서 자주 볼 수 있는 무선충전 모듈을 사용한 기기를 출시한 회사들의 예로, Philips는 무선충전 컵에 전동칫솔을 놓기만 하여도 자동충전이 되는 기기와 ASUS의 모니터 스탠드 혹은 iHome의 탁상시계 상부에 스마트폰을 놓으면 자동 무선충전이 되는 제품들이 있다. 미국의 Dell은 자기공진 기술을 적용한 세계최초 무선충전 Laptop 제품, 무선충전 마우스패드, 무선충전 게임기패드 등이 출시하였다. 스마트폰 무선충전은 개별적인 기기로도 출시되지만, 가구 및 생활 소품에 적용되어 의자, 선반, 수납장 등에 적용되는 사례도 볼 수 있다. Apple의 애플워치, 에어팟 또한 Apple, 삼성, LG의 최신 스마트폰에도 무선충전 기능이 탑재되어 출시되었다.

이미 많이 출시되고 발전하고 있는 무선충전 기기들도 있지만 조금 생소하게 느껴지는 의료용 제품에도 무선충전 시스템이 적용되고 있다. MIT는 뇌 진단 및 위장진단 캡슐에 무선충전이 가능한 무선전력 전송 기술을 개발하였으며, Stanford 대학은 실험 쥐에 진단 센서를 삽입하고 센서에 무선전력을 공급하는 기술을 적용하였다. POSTECH는 콘택트렌즈 구조의 혈당 센서에 무선으로 전력을 전달하는 기술을 개발하였으며, UNIST는 임플란트 구조의 혈당 센서에 무선 충전 기술을 개발하고 있다.



또다른 무선충전 의료용품의 예로 혈당센서를 몸에 심으면 일일이 혈액을 뽑아 혈당을 체크할 필요없이 실시간으로 환자의 데이터가 의료진에게 전해져 환자 상태를 다양하게 확인하고 관리할 수 있는 기술로도 발전하고 있다.

이렇게 사물 무선충전 기술은 가전기기, 생활 가구, 산업 센서, 의료기기까지 다양한 분야로 확대되고 있음을 알 수 있다. 결과적으로 무선 전력전송 기술은 사물 무선충전 시대로 점점 진보, 발전해 나갈 것이며 전선이 복잡하게 얽혀 있는 가정과 사무실의 모습도 바뀌는 등 하루가 다르게 발전하고 있는 무선충전 기술을 볼 수 있을 것이다.

참고: 이기범, 2019, 사물무선충전(WCoT)기술 및 산업동향, 전기의 세계, 68(7), 4-9

INTERVIEW

이 달의 교수님, 한 동 욱 교수님

지금의 광메카트로닉스공학과가 있기까지 열심히 노력 해주신 모든 교수님들께 감사를 표하며 9월의 교수님, 한동욱 교수님과 진행했던 인터뷰 내용을 전합니다.

Q. 2019년도 기초연구실 BRL (Basic Research Lab) 지원사업 과제에 선정 되셨는데, 이 과제의 필요성은 무엇이라고 생각하시나요?

A. 기초연구실 BRL 지원사업의 목적으로는 특정 연구주제를 중심으로 융·복합연구의 활성화에 기틀이 되는 소규모 연구 그룹의 육성 및 지원에 있습니다. 연구기회가 상대적으로 적은 신진 연구 인력을 포함하여 창의적 주제 발굴 및 연구 방법 등의 연구 노하우가 신진 연구자에게 전수됨으로써, 차세대 창의·융합형 인재양성 역할 수행에 큰 도움이 되기에 필요하다고 생각합니다.

Q. ‘탈모증 치료용 마이크로니들 어레이 기반 모낭줄기세포 전 달 시스템 개발’ 연구는 어떤 것인가요?

A. 최근 5년간 탈모증 진료 환자가 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 연령층 또한 확대되고 있습니다. 현재 탈모 치료로는 두피 관리, 샴푸케어와 같은 관리성 치료, 경구형 (Finasteride), 도포형(minoxidil)과 같은 약물치료, 모발이식과 같은 외과적 치료로 근본적 치료가 되지 않는 실정입니다. 또한, 약물치료의 경우 성호르몬 불균형, 피부알러지 등 부작용이 증가하며, 모발 이식의 경우 통증도 크며 치료 기간 또한 길며 비용이 부담스럽다는 문제점을 가지고 있습니다.

본 연구는 대표적 난치성 질환인 탈모증(대머리 혹은 남성형 탈모) 치료를 위한 전략으로 주로 약물전달이나 무통/최소 침습 주사를 목적으로 개발되어 사용되고 있는 마이크로니들 기술을 응용하여 모낭 줄기세포를 탈모 부위에 전달하여 모발을 재생시키고 건강하게 유지되도록 하는 시스템 개발 및 실제 탈모증 피부 구조를 모사한 삼차원 피부 조직체를 제작하여 개발 시스템의 성능을 검증하고자 합니다.

Q. 조직공학 기술의 중요성과 향후 전망을 어떻게 생각하시나요?

A. 조직공학은 의료 목적을 위한 새로운 생체 조직의 형성을 위한 scaffold의 사용을 포함하며 최종적 목표는 조직의 손상을 치유하고 조직의 기능을 향상시키는 product를 만들어 건강하게 장수할 수 있는 삶의 질을 향상시키는 목표를 가지고 있습니다. 아직까지 조직공학의 연구 단계는 높은 편은 아니지만 향후 생체 재생, 생체 손상에 대한 대체제로서의 발전 가능성은 무궁무진하다고 생각합니다.

Q. 마지막으로 진로 고민을 하고 있는 학생들에게 당부하고 싶은 것이 있으시다면 무엇인가요?

A. 학부 과정 졸업 이후 취업 또는 대학원 진학을 고민할 것인데 취업으로 방향을 정했다면 목표를 확실하게 정하고 그에 따른 노력을 해야 할 것이고, 대학원 진학으로 방향을 정했다면 단순히 당장 취업이 힘들 것 같아 대학원 진학을 도피처라 생각하는 것은 옳지 않고, 본인이 하고자 하는 의지가 필요하다고 생각합니다. 많은 경험을 쌓고 스스로 자신이 하고자 하는 것을 찾는 것을 추천합니다.



NOTICE

<가요제 예선 참가자 모집>

안녕하세요, 나노대 학생회입니다!

나노대에서 매년 열어왔던 나노인의 축제,
나노 가요제가 11월 11일에 있을 예정입니다.

가요제 본선에 앞서,

참가를 희망하는 학우들을 모집합니다.

- 예선 접수 일정 : 9/30(월) ~ 10/4(금)

- 예선 일정 : 10월 둘째주 주중

- 지원 방법 : [이름/학과/지원분야] 작성 후,

010-7420-0853 으로 문자 전송

나노인 여러분의 끼를 마음껏 펼쳐주세요!