

얇고 휘어지는 유기라디칼 전지 개발

일본 NEC는 박막형의 구부릴 수 있는(flexible) 특징을 가진 유기라디칼 전지의 출력특성을 향상시켜 1만회 이상의 펄스 반복 충·방전이 가능하다는 것을 실증하였다. NEC는 플라스틱의 일종인 유기라디칼 재료를 전극에 이용한 박막형의 구부릴 수 있는 유기라디칼 전지의 연구개발을 수행하고 있다. 전극용 잉크의 균질 분산기술 및 인쇄기술을 이용한 유기라디칼 재료와 탄소섬유의 나노 복합구조의 균일성을 개량하고 유기라디칼 전극의 내부저항을 저감시켜 전지의 출력밀도를 종래와 비교하여 3배(5 kW/L) 향상시켰다. 또한, 유기라디칼 재료와 전해액의 친화성을 개선하는 등 구조개량을 수행하여 고출력 펄스 방전의 안정성을 향상시킴으로써 1만회 이상의 반복적인 방전이 가능하다는 것을 실증하였다. 이러한 전지성능의 향상에 의해, 두께가 1 mm 이하이며, 동전크기의 박막형 및 구부릴 수 있는 유기라디칼 이차전지로 1A의 고전류 방전 및 2 W의 고출력 특성, 100 mA 방전의 1만회 반복 충·방전이 가능해졌다. 이것은 박막형으로 적은 공간이 요구되는 장래 유비쿼터스 단말기 및 고출력이 필요한 디바이스(예를 들면, LED 플래시) 등의 전원으로 탑재될 수 있을 것이다. 이번에 NEC는 유기라디칼 전지의 종래 과제이었던 신뢰성을 향상시키고 출력을 종래와 비교하여 1.4배 향상시켜 실용화를 위해 큰 진전을 이루었다. 이번에 개발한 유기라디칼 전지는 전극의 부극 부분에 리튬이온전지와 동일한 탄소재료를 사용함으로써 충·방전을 반복해도 초기의 전지용량을 충분히 유지할 수 있었다(1초 이상 펄스 폭의 전류로 방전시킨 경우). 또한, 전극 부분에는 높은 도전성을 가진 새로운 전극을 개발, 채용하여 종래와 비교하여 1.4배의 고출력을 실현하였다. 본 기술을 이용하여 두께 0.7 mm, 500원짜리 동전 크기, 용량 5 mAh의 유기라디칼 전지를 제작하였다. 제작된 전지를 이용하여 10회 이상 연속적으로 플래시 발광을 약 2만회 실시하는 등 소형 이중층 캐패시터의 경우 불가능했던 고휘도 LED 플래시의 연속 발광이 가능하게 되었다. 또한, 구부릴 수 있는 성질과 높은 출력이 요구되는 고성능 IC카드, 착용할 수 있는 단말장치, 구부릴 수 있는 전자종이 등 차세대 유비쿼터스 단말장치에의 응용도 가능할 것으로 생각된다.

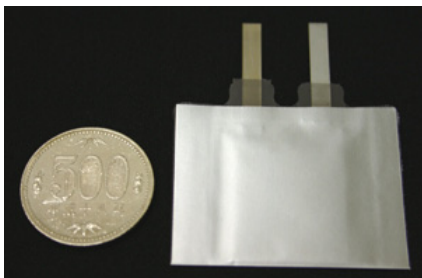


그림. 유기라디칼 전지

이번에 개발한 기술의 특징은 다음과 같다.

(1) 음극에 탄소재료를 사용하여 높은 신뢰성을 실현

전지의 음극 부분을 종래의 금속 리튬 박막에서 리튬이온 이차전지와 같이 탄소 재료로 변경함으로써 비용을 약 1/10로 감소시킬 수 있

으며, 완전 방전과 충전은 반복하는 충·방전 사이클 시험(실온에서 800회, 40도 가온 상태에서 500회 수행하여 초기 용량의 80%를 유지, 100 mA에서의 펄스 연속 방전에서도 10만회 이상의 연속 방전 후에 노화가 없는 것을 실증)에서 시판되고 있는 리튬이온 이차전지와 비슷한 높은 신뢰성을 실증하였다.

(2) 양극을 새로운 복합전극으로 하여 종래와 비교하여 1.4배의 고출력을 실현

전극의 양극 부분에 이용한 고체 유기라디칼 재료를 새로운 겔 형태로 된 탄소재료와 균일하게 복합화함으로써 보다 높은 도전성을 가진 나노 복합전극을 개발하였다. 이것에 의해 전지단위당 출력을 용량 5 mAh 형태로 종래와 비교하여 1.4배(7 kW/L) 고출력의 전지를 실현하였다.

<출처: <http://www.nec.co.jp/press/ja/1011/0503.html>>

탄소나노튜브를 이용한 리튬-이온 배터리

미국 연구진은 리튬-이온 배터리의 전원 공급 능력을 10배 향상시킬 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 기술을 개발했다. 초기 연구는 MIT 연구진이 담당했고 이번 연구진은 이런 연구를 기반으로 해서 상업화시킬 수 있는 리튬-이온 배터리 기술을 개발했다. 배터리 전극을 탄소 나노튜브로 사용하면 기존의 리튬-이온 배터리에 비해서 공급할 수 있는 전력량이 10배 증가할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이번 연구진은 수천 번의 충전-방전 주기를 거처도 본래의 성능을 유지할 수 있다는 것도 증명했다. 탄소 나노튜브 기술은 폭넓은 시장 잠재력을 가지고 있다. 연구진은 자동차, 산업, 의료, 군사, 가전제품 등의 휴대용 장치에 폭넓게 적용할 수 있는 지속성과 전력 밀도 요건을 가진 차세대 배터리를 만드는데 탄소 나노튜브를 사용했다. 리튬 이온 배터리는 3개의 기본 구조로 구성되어 있다: 두 개의 전극(양극-음전극, 음극-양전극)과 충전 또는 방전 동안에 대전된 이온이 전극 사이로 흐를 수 있도록 하는 전해질. 이번 연구진은 새로운 배터리 전극으로 탄소 나노튜브를 사용하였다. 탄소 나노튜브는 순수한 탄소 원자 시트를 말아서 매우 작은 튜브 형태를 가지도록 한 것이고, 나노미터 크기에서 조밀하게 결합된 구조를 가지고 있고 정전기적 상호작용으로 구동되는 제어된 중착 프로세스를 통해서 자기 조립되는 특성을 가지고 있다. 이런 탄소 나노튜브는 단위 질량 당 수많은 리튬 이온을 저장할 수 있도록 표면 위에 많은 작용기를 가지고 있다. 연구진은 탄소 나노튜브를 리튬-이온 배터리의 음극으로 최초로 사용했다. 탄소 나노튜브 표면 위의 리튬 저장 반응은 기존의 리튬 삽입 반응보다 훨씬 더 빨랐다. 여기서 정전기적 자기 조립 프로세스가 중요한 역할을 했다고 연구진은 말했다. 일반적으로 표면에 증착된 탄소 나노튜브는 반응을 일으키는 노출된 표면 위에 거의 남아 있지 않으면서 다발로 서로 응집하려는 경향이 있다. 연구진은 나노튜브와 대전된 분자를 결합함으로써, 리튬-이온 저장과 방출을 시키는 나노튜브의 수를 증가시킬 수 있었다. 이때 탄소 나노튜브는 자기조립을 통해서 높은 다공성 전극이 되었다. 리튬-이온 배터리의 성능을 살펴보면, 새로운 물질은 짧은 시간 내에 매우 높은 출력을 생산할 수 있다. 이 새로운 전극 물질의 주어진 무게에 따른 에너지 출력은 기존의 전기화학적 커패시터보다 5배 이상이지만 총 출력 전달 능

력은 리튬-이온 배터리의 약 10배이다. 이런 높은 출력 이외에도, 탄소 나노튜브 전극은 매우 우수한 안정성을 가지고 있는 것으로 증명되었다. 테스트 배터리를 1,000주기 동안 충전/방전을 시킨 후에도 물질의 성능 변화가 발생하지 않았다. 이번 연구결과는 리튬-이온 배터리의 전력 밀도를 매우 향상시킴으로써 탄소 나노튜브 기술이 새롭고 향상된 휴대용 전원으로 사용될 수 있는 길을 열어줄 것이다.

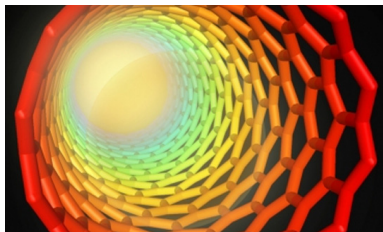


그림. 탄소 나노튜브의 구조

<출처: <http://www.nanowerk.com/news/newsid=18445.php>>

진동을 통한 충전형 배터리

진동이 통해 충전이 되면서 일반 건전지와 같이 이용할 수 있는 기술이 소개되었다. 일본의 Brother Industries는 자사의 진동을 통한 충전형 전지가 일부 애플리케이션에 있어 기존 AA 또는 AAA 전지를 대체할 수 있을 것이라고 주장하였다. 이 기업은 도쿄의 한 전시회에서 TV 리모콘, 전등 원격스위치 등에 전력을 공급하는 장치를 선보였는데, 몇 번의 흔들림으로 인해 리모콘을 작동할 수 있는 전력을 공급할 수 있었다. 이 회사 측은 자사의 진동 에너지셀(energy cell)이 코일, 자석, 전력을 충전하는 콘덴서를 이용하여 전력을 생산한다고 주장한다. 상기의 부품들이 모두 배터리 안에 내장되어 있다. 회사 측은 이 진동형 전지의 출력이 낮기 때문에, TV 리모콘과 LED 장치에 활용될 수 있도록 설계되었다고 주장하였다. TV 리모콘 등은 많은 전력을 소모하지 않고, 전력을 지속적으로 소비하지 않는다는 특징을 갖고 있다. 그 기술을 뒷받침하고 있는 아이디어는 독성을 가진 재충전 배터리 및 다른 일회성 배터리의 필요성을 제거함으로써 환경을 보호하는 데 있다고 회사 측은 강조한다. 지금까지 AA 크기의 프로토타입 2개가 3.2 V 또는 그 이하의 전압을 생산해 냈는데, 이 정도 규모면 TV 리모콘과 같이 저전력 소모기기를 작동하는데 충분한 수준이다. 컨설팅 기업인 strategic business insights는 그 배터리가 비록 저전력이지만 매우 큰 잠재력을 갖고 있다고 평가한다. 원격제어 부문과 같이 저전력이 필요한 애플리케이션은 다양하고, 보다 친환경적인 차원에서 배터리의 활용범위가 넓어지기 때문이다. 보다 인상적인 점은 이 배터리는 부피가 작으면서 기존의 전력원과 직접 병행이 가능하다는 점이다. Brother 측은 그 배터리가 약 4~8 Hz의 저주파수 대역에서 충분한 전력을 생산한다고 주장한다. 보통 우리가 걸을 때 그 배터리를 호주머니에 넣고 걸으면, 2 Hz의 주파수에서 진동이 일어난다. 따라서 그 보다는 약간 더 세게 흔들어야지 전력이 생산되는데, 그 정도는 크게 어려운 일은 아니다. 다른 연구진들은 이동하면서 전력을 충전할수록 부가가치가 높아지는 전기제품에 이 배터리 기술을 활용할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 상기 기업 이외에도 여러 기업들이 에너지수확 기술 개발에 집중하고 있는데, 미국의 TenXsys Inc.는 현재 자사의 KES(Kinetic Energy Scav-

enging) 기술을 군사용을 포함한 여러 애플리케이션에 활용하는 방안을 연구하고 있다. 그리고 영국의 이동통신 업체인 Orange는 최근 재생에너지 전문기업인 GotWind와 협력하여 개발한 자사의 Power Wellies를 공개하였다. 이 기술은 전력생산이 가능한 구두창(sole)을 이용하여 우리의 발에서 나오는 열을 전류로 전환하는 기능을 갖추고 있다. Orange 측은 이 기술이 휴대폰을 재충전하는데 이용될 수 있는데, 보통 12시간의 걸음이 1시간 통화 분량의 배터리 전력을 생산한다고 주장한다. Brother사 측은 자사의 배터리를 충전하는 데 있어 특별한 노력이 들지 않는다고 주장한다. 진동 충전형 배터리를 장착한 TV 리모콘을 한 번 흔들고 나면 보통 10~30번의 버튼을 누를 수 있다. 배터리를 흔들 때 얼마나 오랫동안 흔들냐가 중요한게 아니라, 얼마나 자주 흔들는지, 어떻게 흔들는지가 중요하다. 또한 힘에 의해서도 영향을 받는데, 긴 스윙 또는 짧은 스윙, 또는 스윙의 속도가 영향을 미친다. 아직 이 배터리를 상용화할 계획은 갖추지 않은 상태이다. 현재 이 배터리는 여전히 시험 단계에 있다. 그리고 지금까지 명확한 사업계획을 마련하지 않은 상태이다. 그러나 회사 측은 향후 필요할 사업계획을 갖추기 위해 계속해서 시장을 모니터링할 것이라고 강조하였다.



<출처: <http://www.bbc.co.uk/news/technology-10711202>>

생체 내에서 연구를 위해 이용될 수 있는 유기 전극의 개발(생체적합성 유기 전극)

유연하면서도 유기적인 전극(electrode)들이 일본의 화학자들에 의해 개발되었다. 하이드로젤 위의 얇은 판 위에 패턴화된 고분자들로 구성된 이 생체적합 전극들은 한달 정도까지 습한 조건에서도 그 역할을 수행할 수 있기 때문에 의학 분야의 연구에 매우 유용하게 이용될 수 있다. 생물학적 시스템에서 이용될 수 있는 저렴하고 효과적인 전극들을 생산하는 것은 이식용 의료 장치들을 디자인 하거나 신체 내에서 세포의 활성을 모니터링하는데 매우 중요하다. PEDOT(poly(3,4-ethylenedioxythiophene))과 같은 고분자들은 이러한 응용을 위해 많은 가능성을 가지고 있지만, 지금까지는 적절한 기질 위에 그것들을 마운팅시키는 것이 어려웠다. 전도성 고분자들은 일반적으로 액체 상태의 고분자 “잉크”를 이용해 표면을 프린팅하거나 도장을 찍는 것과 같은 공정을 거쳐게 되는데 이러한 공정은 하이드로젤(hydrogels)과 같은 습기가 있는 표면에는 잘 이용되지 않는다. 이러한 문제를 해결하기 위해 도호쿠대(Tohoku University)의 Matsuhiko Nishizawa와 동료 연구자들은 전기고분자화(electropolymerization) 기술을 이용한 새로운 이 단계 시스템을 개발했다. 이 공정에서