

문손잡이·머리카락에서 느끼는 마찰전기, '에너지 하베스팅' 기술 활용해 전기로 저장한다!

- 기존보다 에너지 효율 40배 향상...웨어러블 디바이스, IoT에 응용 기대
- 지스트-전남대 공동연구팀, 재료 분야 **Small Methods** 내부 표지논문 게재



▲ (왼쪽부터) 지스트 박찬호 교수, 전남대 박종진 교수, 지스트 김종경 석박통합과정생, 전남대 차석준 석사과정생

일상적으로 버려지는(무시되는) 마찰전기 에너지를 보다 높은 효율로 전기에너지로 전환하는 기술이 국내 연구진에 의해 개발됐다.

기존 마찰전기 에너지의 전환 효율을 약 40배 향상시키는 기술로, 웨어러블 디바이스의 전원, 사물인터넷(IoT) 등에 사용 가능할 것으로 기대된다.

* 마찰전기 에너지: 서로 다른 물질이 마찰할 때, 대전 현상에 의하여 양전하와 음전하로 분리되는 현상이며, 주로 겨울철 문손잡이를 만질 때 따끔거리거나, 머리카락이 뜨는 현상들을 이러한 마찰 대전에 의한 현상으로 볼 수 있다.

마찰전기의 저장 효율을 증가시키기 위해서는 전극 표면에서의 전하 손실을 방지하고 전극 중심부로 전하를 이동시키는 과정이 중요하다.

하지만 기존 연구들에서는 전하 이동의 과정이나 무기 재료의 사용에 따른 전하 이동, 저장 현상들을 해석하는 것이 간과되었다.

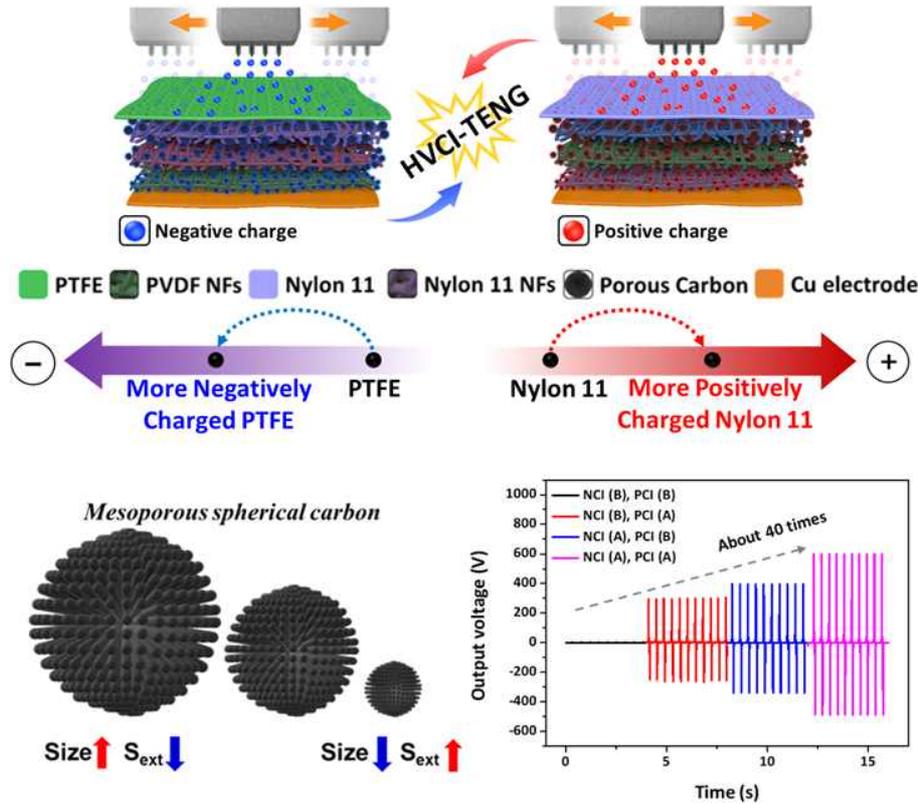
지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 에너지융합대학원 박찬호 교수와 전남대학교 고분자융합소재공학부 박종진 교수 공동연구팀은 일상생활에서 버려지는 마찰전기 에너지의 발생 소재에서 효율적인 에너지 수확을 위해 마찰 표면을 더 많은 양(+)의 기전력과 음(-)의 기전력을 가질 수 있는 상태로 변환시켜 마찰전기 서열을 자유자재로 바꿀 수 있는 획기적인 방법을 개발했다.

연구팀은 다공성 탄소*의 외부 비표면적**이 클수록 전하를 잘 붙잡고 작을수록 전하 이동이 빨라지는 현상을 이용해, 외부 비표면적을 변화시킨 다공성 탄소 세 종류를 적층하여 전하의 이동을 제어함으로써 마찰전기 저장 효율을 향상시켰다.

* **다공성 탄소:** 다공성 탄소는 다량의 기공을 포함하고 있는 탄소 재료를 뜻한다. 기공이 많을수록 표면적이 커진다는 특징이 있다.

** **비표면적(Specific surface area):** 비표면적은 단위 무게당 물질의 표면적을 뜻한다. 외부 비표면적은 외부 노출에 표면적을 의미하며 클수록 전하를 붙잡을 수 있는 공간이 넓다.

그 결과, 기존에 다공성 탄소를 사용하지 않은 마찰전기 발전기의 경우 15.2V의 출력 전압을 나타냈지만, 이번 연구의 방법과 재료를 사용할 경우 **기존보다 약 40배 향상된 600V의 출력 전압**을 얻을 수 있었다.



[그림] 마찰전기 전극에 전하를 주입하여 저장하는 개략도 (위) 및 입자 크기와 외부 비표면적 간 관계 (입자가 클수록 외부 비표면적이 작아짐, 아래 왼쪽), 전하 주입에 따른 출력 전압 증가 (NCI: 음의 전하 주입, PCI: 양의 전하 주입, A: 주입, B: 미주입, 아래 오른쪽)

기존 마찰전기 에너지 하베스팅* 연구에서는 단순한 표면 화학구조의 변화나 물리적인 표면적 향상에 초점을 맞춘 반면, 이번 연구는 **다공성 탄소를 이용하여 마찰전기 발전기 재료 내부에서의 전하 이동과 저장 현상을 설명함**으로써 후속 연구에서 다양한 소재 개발, 재료 구성의 가능성을 열어두었다.

* **에너지 하베스팅(Energy Harvesting):** 주변에 버려지는 에너지를 수집해 전기를 생산하는 기술. 열이나 진동 등의 자연적인 에너지원으로부터 발생하는 에너지를 전기에너지로 전환시켜 '수확(harvesting)'하는 것이다. 자연에 존재하는 청정에너지나 일상적으로 무시되는 작은 에너지를 모아 활용하기 때문에 공급의 안정성, 보안성 및 지속성을 유지할 수 있어 신재생 에너지 원천기술로 각광받고 있다. 또한 화석연료를 사용하지 않아 친환경적이라는 장점이 있다.

지스트 박찬호 교수는 “다공성 탄소 소재를 활용해 주변에서 버려지는 마찰전기나 정전기를 실제 활용할 수 있는 전기로 수확할 수 있는 디바이스를 제조하였다”며 “향후 소재 개발을 통해 실제 웨어러블 디바이스에 적용할 계획”이라고 말했다.

전남대 박종진 교수는 “마찰전기를 담지할 수 있는 다공성 소재 개발은 최근 다양한 마찰전기 기반의 에너지 수확 시스템에서 높은 효율의 에너지 발생 효율을 기대할 수 있고, 웨어러블 디바이스에 필요한 자가 발전 소재로 응용 가능한 핵심 소재로 기대된다”라고 말했다.

두 교수가 주도하고 전남대학교 차석준 석사과정생과 지스트 김종경 석박사통합과정생이 참여한 이번 연구는 지스트 GRI(GIST 연구원) 사업 및 산업통상자원부의 산업 기술혁신사업의 지원으로 수행되었으며, 연구 결과는 재료 분야의 국제 저명 학술지인 'Small Methods'에 전면 내부 표지 논문(Inside Front Cover)으로 5월 18일 게재됐다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : Small Methods* (Impact Factor : 14.188)
 - * 재료과학 분야의 저명한 국제 학술지로 상위 10% 이내 (7.1%) 학술지
- 논문명 : Controllable Triboelectric Series Using Gradient Positive and Negative Charge Confinement Layer with Different Particle Series of Mesoporous Carbon Materials
- 저자 정보 : 차석준 (공동 제1저자, 전남대학교), 조유장 (공동 제1저자, 카이스트), 김종경 (공동 제1저자, 지스트), 최형섭 (공동저자, 전남대학교), 안다혜 (공동저자, 전남대학교), Jingzhe Sun (공동저자, 전남대학교), 강동수 (공동저자, 전남대학교), 박찬호 (교신저자, 지스트), 박종진 (교신저자, 전남대학교)