

08 생활 속 정전기, 마찰대전 발전기로 청정에너지로 활용

외부 전원 없이 크리스마스 트리 전구에 불빛이 들어오게 가능할까? 가능하다면 자원을 아끼고 환경을 지키는 1석2조의 효과가 아닐 수 없다. 이처럼 생활 속에서 사물의 진동 또는 인간의 움직임 같은 마찰에너지나 운동에너지, 빛, 열, 전자기파 등 일상에서 버려지는 에너지를 수집해 사용가능한 전기 에너지로 바꿔주는 신기술을 에너지 하베스팅(Energy Harvesting)이라고 한다.

그 중 마찰대전 발전기(Triboelectric Nano Generator, TENG)는 물질의 상호 마찰에 의해 접촉 표면에 발생한 전기를 축전해 에너지로 활용할 수 있게 해주는데 2000V가 넘는 전기 에너지가 만들어지기 때문에 열을 모아 발전하는 열전소자, 압력을 전기화하는 압전소자보다 열 배에서 백 배 이상 출력이 높아 주목받고 있다.

이에 대경지역본부 메카트로닉스융합기술그룹 박진형 선임연구원과 동남지역본부 정밀가공제어그룹 조한철 선임연구원은 스트레처블 고효율 정전기 에너지 하베스팅 기술로 TENG의 장점을 극대화했다. 실용성이 뛰어난 뿐 아니라 가격 면에서 양산 가능성이 높은 재료로 제작돼 다양한 분야에서의 상용화가 기대되는 기술이다.

스트레처블 고효율 정전기 에너지 하베스팅 기술에서 가장 주목할 부분은 사용된 소재다. 기존에는 전극 구조를 만드는 데 메탈 필름을 사용했다면, 이 기술은 '메탈 울(Metal Wool)' 형태의 전극 구조를 적용해 10% 이상 인장의 유연성을 증가시켰다. 메탈 필름은 늘어나면 끊어지거나 찢어지는 반면 알루미늄 실 문치 형태의 메탈 울은 늘이거나 굽히는 물리적 변화에 영향을 받지 않는다. 메탈 울 소재는 단위 면적 당 높은 표면적 전극 구조 확보가 가능해 고효율도 구현할 수 있다.

기존 마찰대전 에너지 하베스팅 연구는 고가의 결정체나 필름을 사용해 높은 출력을 내는 데 주력한 반면, 박진형·조한철 연구원은 상용화 및 실용화에 중점을 두고 연구했다.

이에 대면적이면서 쉽게 제작이 가능하고, 고효율이며, 유연성과 가공성이 뛰어난 실리콘 소재인 드래곤스킨을 메탈 울과 조합해 TENG를 제작했다. 이렇게 만들어진 TENG를 통해 200~1000V의 전압과 0.5mAh의 전류가 발생한다. 기존 에너지 하베스팅으로 얻을 수 있는 출력의 약 1000배 수준이다. 출력률도 뒤지지 않고 비용 대비 출력 효율이 뛰어나 상용화에 유리하다.



스트레처블 정전기 에너지 하베스팅 기술을 개발한 박진형 연구원(좌)과 조한철 연구원

“하베스팅 신기술로
국민의 편의·안전·환경
개선”



메탈 울과 드래곤스킨을 활용한 TENG

이런 장점을 바탕으로 웨어러블 워치, 헬스 모니터링 시스템 등에 사용되는 에너지 수집 장치 및 센서류 제품에 이 기술을 적용할 수 있다. 자동차 흡음재, 신발 밑창, 현수막 형태의 발전기 등 기존 발전기의 적용이 어려운 분야에서 활용 가능성이 높다. 앞으로 스마트 전자기기, 스마트시티, 자동차의 응용 제품에도 적용할 수 있을 것으로 보인다.

박진형, 조한철 두 연구원은 “실생활에서 발생하는 각종 운동 에너지를 전기 에너지로 변환해 국민 편의, 안전, 환경을 개선하는 제품으로 개발할 수 있는 기술을 만드는 것이 목표”라며 “취약계층이 사는 좁은 골목 등 가로등을 켜기 어려운 곳에 설치하면 외부 전원 없이 영구적으로 작동할 수 있다”고 바람을 전했다.

한편, 이번 스트레처블 고효율 정전기 에너지 하베스팅 기술 개발은 소속과 전공이 다른 두 연구원의 협업을 통해 개발됐다는 점에서 의미가 있다. 전기를 전공한 박진형 연구원과 반도체·센서를 전공한 조한철 연구원은 상호 보완할 수 있는 전공 분야는 이번 기술 개발 과정에서 시너지 효과를 냈다. 학계와의 협력도 활발하게 진행됐다.

세계 최고 수준의 TENG 재료 기술을 보유하고 있는 성균관대학교에서 기술 평가 및 공정 개발을 진행할 수 있었다. 각 분야 전문 연구자들이 힘을 합쳐 신기술을 만들어낸 것이다.