

생체 모사를 통한 신축성 캐패시터스 축적/전자발광 인공피부 개발

방창현 | 성균관대학교 화학공학/고분자공학부 (E-mail: chpang@skku.edu)

미국 코넬 대학 연구진은 두족류의 감지 기관 및 발광 피부를 모사하여, 고신축성을 가진 발광 캐패시터스 기반의 인공 피부 소자를 개발하였다. 이러한 연구는 소프트 로보틱스(soft robotics), 웨어러블 전자소자, 유연 디스플레이 소자 등의 기반이 되는 유연 소재 및 능동형 액추에이터의 원천 기술로서 응용 가능할 것으로 전망된다.

최 근 플렉서블, 웨어러블 소자에 대한 연구가 활발해지며 인간과 기계 사이의 인터페이스 기능을 위한 능동형 유연 소자 및 작동기(soft electronics & actuator) 개발이 핵심 기술로 각광받고 있다. 특히, 기존의 전자 및 디스플레이 소자들은 유연성이 떨어지고 전기적 성능이 불안정하여 첨단 전자제품에 적용이 어려워 소프트 로보틱스, 웨어러블 전자소자, 유연 디스플레이 소자 등 차세대 기술 구현에 가장 큰 걸림돌이 되고 있는 실정이다.

이러한 한계점을 극복하기 위하여, 미국 코넬 대학의 Rob Shepherd 교수팀이 이끄는 연구진은 하이드로젤을 포함하는 투명 전극과 ZnS 인광체 파티클이 분산 되어 있는 실리콘 시트를 합성하여 고신축성을 가진 발광 캐패시터스 기반의 인공 피부 소자를 개발하였다. 개발 소자는 총 다섯 장의 박막으로 구성되어 있으며, polyacrylamide(PAM)의 고신축성 매트릭스 기반의 높은 전도성을 유지하는 LiCl 이온 전극 시트들 사이로, 전기장에 감

응하여 발광하는 고탄성 실리콘 매트릭스 기반 ZnS 인광체 시트가 겹쳐져 있다. 발광 유전체 시트가 두 이온 전극에 의하여 겹쳐져 있는 본 소자 구조는 고탄성의 실리콘(Ecoflex 00-30)으로 코팅되어 있어 안정적으로 에너지를 축적하는 캐패시터스, 유연성을 가지는 전극 소자, 그리고 전기장 에너지에 감응하는 발광 소자의 기능을 동시에 구현한다(그림 1). 구체적으로 살펴보면, 먼저 신축성을 가진 고분자 매트릭스의 두 전극 사이에 전자 발광 시트가 유전체 역할을 하여 캐패시터 소자로서 스트레인에 따른 에너지를 축적한다. 이러한 외부 자극에 의한 캐패시터스 변화는 유연 센서 및 유연 전기감응 발광소자의 구현이 가능하다. 또한 연구팀은 다양한 발광 금속 합성물을 ZnS에 도핑하여 여러 가지의 색깔이 전기장에 감응하여 나타나는 시스템을 개발하였다.

두족류가 가지고 있는 대표적인 피부특성인 신축성과 발광성을 모사한 본 개발 기술은 간단한 레플리카 몰딩을 통하여 다양한 색상의 발광 픽셀을 조합한 대면적 어레이를 구현할 수 있으며, 최대 500%의 변형률에도 전기적/발광 특성에 영향이 없는 큰 장점을 가진다(그림 1). 특히, 이러한 원천 기술은 향후 소프트 로보틱스(soft robotics), 유연한 햅틱 디바이스, 웨어러블 전자소자, 유연 디스플레이 전자 소자, 생체 의료기기 등 각광받는 차세대 플렉서블 일렉트로닉스 분야에 응용될 것으로 전망된다.

본 연구결과는 저널 *Science*에 "Highly stretchable electroluminescent for optical signaling and tactile sensing"이라는 제목으로 2016년 3월 게재되었다(DOI: 10.1126/science.aac5082). 또한, 연구에 대해 *Nature Research Highlights*에 "Stretchy artificial skin that glows"라는 제목으로 리뷰가 작성되었다.

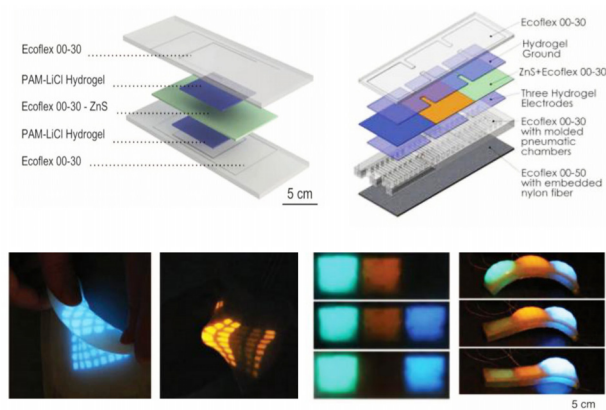


그림 1. 유연 전극과 전자발광 시트가 결합된 유연 전자소자의 모식도 및 소자들.