

이온성 전도체 전극을 활용한 초고신축성 교류전압구동 발광전자소자 개발

강문성 | 숭실대학교 화학공학과 (E-mail: mskang@ssu.ac.kr)

싱가폴 난양공과대학(Nanyang Technological University) 연구진은 우수한 신축성을 갖는 이온성 전도체를 전극으로 활용하여 최대 700%까지 신장가능한 교류전압구동 발광전자소자를 개발하였다. 이러한 초고신축성 발광소자의 개발은 차세대 조명 및 디스플레이의 원천 기술로서, 굴곡이 있는 생체 조직 표면에 이식가능한 의료용 전자소자, 3차원 형태의 영상장치, 시각정보 제공 외에도 촉각적 상호작용이 가능한 햅틱 디스플레이 등 전례없는 응용분야를 창출하는데 크게 이바지할 것으로 전망된다.

단 순히 유연한 장치에 비해 월등히 우수한 기계적 컴플라이언스를 갖춘 신축성있는 전자장치(stretchable electronics)에 대한 관심이 증대되고 있다. 신축성 전자장치는 단순한 구부림뿐만 아니라 비틀림, 당김, 접힘 등 기존 장치로는 구현할 수 없었던 보다 가혹한 수준의 기계적 변형에 대해서도 내구성을 유지하며 동작하는 장치이다. 특히나 신축성 전계발광(electroluminescence, EL)소자는 차세대 소프트 조명 및 디스플레이의 원천 기술로 여겨지고 있다. 그러나 100% 이상의 신장에 안정적이며 가역적으로 구동하는 발광소자에 대한 개발은 아직 충분히 이루어지지 않은 실정이다.

우수한 신축성 EL소자를 개발하기 위해서는 투명하면서도 신축성과 전도성이 동시에 우수한 전극 개발이 필요하며, 또한 낮은 전압으로 효율적인 발광이 가능한 발광층 개발이 필요하다. 이를 위하여 난양공과대학 Pooi See Lee 교수와 그녀의 연구진은 우수한 신축성 및 광학적 투명성을 갖는 이

온성 전도체를 전극으로 활용하여 최대 700%까지 신장가능한 EL장치를 보고하였다. 개발된 소자는 poly(methyl methacrylate)(PMMA)와 lithium perchlorate(LiClO₄), propylene carbonate(PC)로 이루어진 두 장의 이온성 전극층 사이에 교류전압 인가시 발광하는 ZnS/Cu 마이크로 입자와 고탄성 Ecoflex 00-50 A이 혼합된 발광층이 샌드위치 되어있는 구조를 가지고 있다(그림 1a). 이러한 구조에서는 이온성 전극층의 커패시턴스가 발광층의 커패시턴스에 비해 약 1~10만 배 이상 높으므로, 외부에서 인가된 전압의 대부분이 발광층에만 유효하게 작용한다. 따라서 수 kV의 교류전압이 소자에 가해져도, 소자는 이온성 전극의 심각한 손상 없이 안정적으로 발광을 할 수 있다. 연구진은 우선 새로 개발된 이온성 전극층의 투명도와 전기적 저항을 신축의 정도에 따라 확인하였으며, 확보된 전극을 바탕으로 제작된 소자에 대해 다양한 신축 방향(그림 1b) 및 신축 정도(그림 1c)에 대해서 소자의 구동이 안정적으로 이루어짐을 확인하였으며, 나아가 1,000회 반복된 신장 사이클에 대해서도 소자의 발광이 안정적으로 이루어짐을 확인하였다.

이러한 고신축성 발광소자에 대한 원천 기술은 굴곡이 있는 생체 조직 표면에 이식가능한 의료용 전자소자, 3차원형태의 영상장치, 시각정보 제공 외에도 촉각적 상호작용이 가능한 햅틱 디스플레이 등 전례없는 응용분야를 창출하는데 크게 이바지할 것으로 전망된다.

본 연구결과는 *Advanced Materials*에 “Extremely Stretchable Electroluminescent Devices with Ionic Conductors”라는 제목으로 2016년 6월에 게재되었다(DOI:10.1002/adma.201504187).

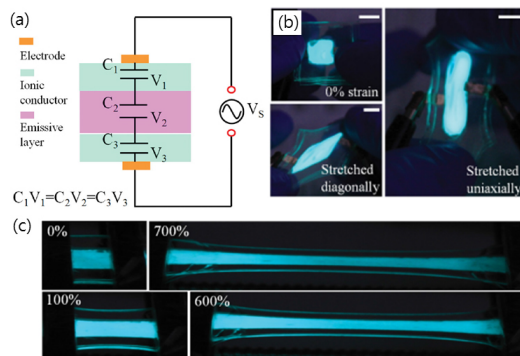


그림 1. 고신축성 EL소자의 구조 및 각종 신축조건에서의 발광 사진.