

3차원 구조의 자가치유 촉각센싱 인공피부 소자

정경운 | 한국재료연구원 복합재료연구본부 (E-mail: kychung@kims.re.kr)

E-skin은 접촉, 압력, 변형, 온도변화 등 다양한 자극을 감지하는 유연 센서 소자로서 활발하게 연구되고 있다. 현재에 이르러서는 센싱 특성의 민감도를 향상시키는 연구를 넘어서, 피부가 가지는 다양한 기능을 동시에 가지는 다중기능성 e-skin 소자에 대한 연구와 더불어, 필름이나 패치형태의 2차원 구조 소자를 넘어서 다양한 형상의 응용처에 효과적으로 적용하기 위한 최적 구조의 e-skin 소자에 대한 연구 또한 주목받고 있다. 본 연구에서는 목표로 하는 신체부위에 최적화된 3차원 구조로 제작할 수 있으며, 피부와 같이 상처를 스스로 치유하고, 복잡형상 소자에서도 접촉부위를 정확하게 인지할 수 있는 다중기능성 인공 피부소자가 연구되었다.

복 잡형상을 가지는 다중 기능성 소자로서의 피부를 모사하기 위해 3D 프린팅을 e-skin 소자 제작에 접목하고자 하는 연구들이 보고되고 있다. 3차원 구조의 e-skin 연구는 아직 초기단계의 연구로서, e-skin에 적용하고자 하는 소재의 3D 프린팅 적용 가능성에 대해 보고하거나 3D 프린팅을 이용하여 2차원 형태의 소자를 구현한 연구들이 주류를 이루고 있다. 본 연구에서는 3D 프린팅을 통해 목표로 하는 응용처에 최적화된 3차원 구조의 자가치유 촉각센싱 인공피부 소자를 구현하였다. 소자를 구성하는 이온전도성 자가치유 고분자 젤은 이온상호작용을 기반으로 하는 동적 결합을 바탕으로 설계되었으며, 균열이나 절단과 같은 물리적 상처를 짧은 시간 안에 자발적으로 회복함을 확인할 수 있었다(~30분). 또한, 해당 젤 시스템은 5×10^{-3} S/cm 수준의 높은 이온전도도를 바탕으로, 생체 시스템과 같이 이온의 이동을 기반으로 전기적 신호를 주고받을 수 있도록

구성되었다. 본 연구에서는 이온전도성 자가치유 고분자 젤을 압출형 3D 프린팅에 적용하여, 서포팅 소재의 사용이나 후처리 없이 바로 촉각센싱 인공피부 소자에 적용하고자 하였다. 이를 위해서는 적용되는 이온전도성 자가치유 고분자 젤이 초기 상태에는 점탄성 ‘고체’ 적 성질을 가지나 3D 프린터의 압출환경 하에서 압력이 가해지면 점탄성 ‘액체’ 적 성질로 변환되어 좁은 노즐을 통해 토출되기 위한 흐름성을 가져야 하며, 토출되어 구조가 형성된 이후에는 빠르게 점탄성 ‘고체’ 적 성질을 회복하여 형성된 3차원 구조를 유지할 수 있어야 한다. 해당 연구에서 사용된 이온전도성 자가치유 고분자 젤은 소재 설계단계에서 고분자 함량, 가교 길이 및 밀도, 구성 이온의 함량 등에 대한 조절을 바탕으로 이러한 유연변화적 특성을 가질 수 있도록 설계되었다. 만들어진 젤은 압출형 3D 프린팅을 기반으로 성공적으로 다양한 3차원 구조체로 제작되었다. 본 연구에서는 손가락 모델에 장착할 수 있는 링 형태 및 손가락 형태의 인공피부 소자가 구현되었으며, 복잡한 소자구성 과정이나 데이터 프로세싱 없이 3차원 복잡형상 구조에서도 정확한 접촉위치 정보를 제공할 수 있음을 확인하였다. 해당 연구는 센서로서의 e-skin을 넘어서 피부가 가지는 복잡하고도 정교한 기능성들을 구현해내는 진보된 인공피부소자로서의 접근에 기여할 것으로 기대된다.

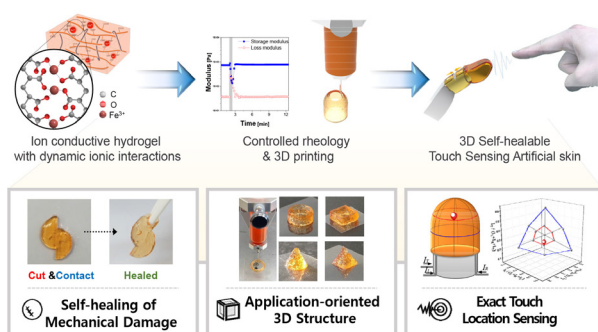


그림 1. 3차원 자가치유 촉각센싱 인공피부의 소재, 특성 및 소자.

본 연구결과는 *ACS Applied Materials & Interfaces*에 “Three-Dimensional Self-Healable Touch Sensing Artificial Skin Device”의 제목으로 2020년 1월에 게재되었다 (DOI: 10.1021/acsaami.9b19272).