

프린팅 기술을 이용한 신체 부착형 센서 플랫폼

윤진환 | 동아대학교 화학과 (E-mail: jyooh@dau.ac.kr)

몸에 부착할 수 있는 전자소자의 개발은 인간의 삶의 질을 한단계 높일 수 있는 기술로 인식되어 전세계적으로 많은 관심을 받고 있다. 생체에 부착하여 인간에게 편의를 제공하기 위한 전자소자의 개발은 다양한 형태로 진행되고 있는데, 구글 글라스의 기능을 콘택트 렌즈에 탑재한 전자소자, 실제 인간의 피부를 모사하기 위한 인공 피부, 바이오 센서가 포함된 소형 의학용 전자소자가 대표적이다.

인간의 피부에 부착되어 특정 목적을 수행하기 위한 전자소자의 개발에는 아직 많은 난제들이 있는데, 특히 다양한 센서와 센서의 동작을 제어할 각종 트랜지스터, 센서의 시그널을 전송하기 위한 통신 시스템, 전송된 시그널의 피드백으로 작용할 액추에이터 등의 집적을 구현하기란 쉽지 않다. 더불어 전자소자 구현을 위한 유기물 및 무기물 소재의 사용도 구동 환경에 따라 그 성능에 문제가 발생하여 제약이 따른다. 또한, 센서 본연의 역할인 감지 능력이 피부에 부착했을 시 발생하는 압력에 의한 수축과 팽창에 영향을 받지 않아야 한다.

오사카부립대의 Takei 그룹은 이러한 문제점을 극복한 생체 부착형 센서 플랫폼을 대면적 제작에 적합한 저가의 프린팅 공정을 이용하여 개발하였다. '스마트 밴드'라는 별칭을 가진 이 기술은 촉각을 대신할 온도 및 촉각 센서, 센서 시그널을 전송할 무선 통신 시스템, 주사를 대신하여 생체 내에 필요한 약물을 투입할 수 있는 약물방출시스템 등이 집적된 형태를 가지고 있다. 본 연구에서는 은(Ag)잉크의 프린팅을 통해 무선 시

진폭이 달라지는 것을 확인하였다. 또한 곡률 반경 0.5 mm의 휘어진 상태에서도 정상적인 동작을 수행한다는 것도 확인하였다.

전도성고분자인 PEDOT:PSS와 탄소 나노튜브의 혼합물로 구성된 온도 센서는 체온의 범위에서 온도의 증가에 따라 저항이 선형적으로 비례한다는 것이 확인되었다. 제작된 온도 센서는 0.61%/°C의 민감도를 나타냈는데, 이는 백금(pt) 기반의 온도 센서의 민감도 0.53%/°C보다 우수한 결과이다. PEDOT:PSS와 탄소 나노튜브는 각기 온도 센서 재료로 사용 가능한데 그 민감도가 0.4%/°C, 0.18%/°C로 두 물질의 혼합물에 비해서 낮은 수준을 나타낸다. 즉 두 소재의 혼합물이 우수한 온도 센서로서의 성능을 보였다. 온도 센서도 곡률 반경 3.6 mm 이상의 휘어짐에서 큰 문제 없이 동작된다는 것이 확인되었다.

유연성 소재인 PDMS를 이용해 제작된 약물 주입 시스템은 손에 의해 인가된 압력에 의해서만 약물이 투입되도록 설계되었다. 즉, 약물저장소가 단순한 휘어짐에 의한 압력에 의해 약물이 주입되는 오작동이 방지되도록 설계되었다. 실험 결과, 손에 의한 압력에 의해 약물의 방출이 조절됨을 확인하였다.

개별 구성 요소들의 평가 후, 개발된 플랫폼을 실생활에 적용하여 그 응용 가능성을 평가하였다. 성인 남성의 식사와 운동시 생기는 체온의 변화를 감지하고, 무선 시스템을 통해 실시간으로 탐지하는 평가를 통해 응용 적합성을 확인하였다. 이 연구 결과는 *Adv. Funct. Mater.*에 2014년 2월 "Wearable, Human-Interactive, Health Monitoring, Wireless Devices Fabricated by Macroscale Printing Techniques"라는 제목으로 게재되었다(DOI: 10.1002/adfm.201303874).

* 본 토픽은 KISTI 미리안의 과학기술 모니터링 (<http://mirian.kisti.re.kr/>)의 기사를 참고로 정리하였습니다.

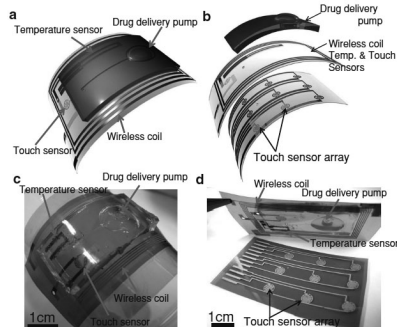


그림 1. (a) 신체부착형 센서플랫폼 도식, (b) 터치센서 어레이 도식, (c) 실제 제작된 플랫폼 촬영 사진, (d) 터치센서 어레이 사진.

스템의 코일과 터치 센서를 제작하였으며, 온도 센서는 poly(3,4-ethylenedioxythiophene), poly(styrenesulfonate)(PEDOT:PSS)와 탄소 나노튜브 페이스트의 혼합물로 제작하였다. 마지막으로 생체에 약물을 투여하기 위한 시스템은 유연성 소재인 polydimethylsiloxane(PDMS)을 이용하여 제작되었다. 상기 구성 요소들은 kapton 필름에 탑재되어 피부에 부착, 구동을 확인하였다(그림 1).

우선 터치 센서가 부착된 무선 시스템의 동작을 평가하였는데, 센서의 터치 여부에 따라 공진주파수와