

박막의 유연성 전자장치

조국영 | 공주대학교 신소재공학부 (E-mail: kyocho@kongju.ac.kr)

Swiss Federal Institute of Technology의 연구진은 인간의 머리카락 주변을 감싸는 수준의 얇고 유연한 전자 멤브레인 제조 기술을 개발하였다. 이 전자 멤브레인은 투명하게도 제조될 수 있어 착용자 눈의 생리학적 상태를 모니터링할 수 있는 스마트 콘택트 렌즈와 같은 장치를 구현할 수 있는 가능성을 제시하였다.

1월 7일부터 나흘간 미국 라스베이거스에서 열린 세계 최대 가전전시회 'CES 2014'에선 가변형 혹은 벤더블(bendable) TV로 일컬어지는 곡면 UHD TV와 다양한 웨어러블(wearable) 디바이스, 그리고 3D 프린터 등이 선보이며 유연성(flexible) 전자기기 시대로의 진화가 보도되었다. 최근 들어서는 이러한 유연성 전자기기는 굴곡진 피부상에 직접 적용하는 장치로의 개발로도 관심을 모으고 있다.

최근 Salvatore 박사와 그 연구진은 $1\ \mu\text{m}$ 두께의 전자회로를 보고하였다. 전자 멤브레인 제조를 위해서 우선 폴리비닐알코올(PVA) 층을 실리콘 또는 유리와 같은 강건한(rigid) 지지체에 코팅하고, 이후 PVA상에 thermal evaporation을 통해 parylene 필름을 증착하여 기재를 제조한다. 박막 트랜지스터에 요구되는 구성 성분들은 상기의 필름에 증착

또는 ALD(atomic layer deposition)를 통해 필름상에 제조하였다. 이러한 반도체는 $15\ \text{nm}$ 비정질 인듐-갈륨-산화물 층, $25\ \text{nm}$ 두께의 산화알루미늄층 그리고 티타늄 혹은 금 혹은 $100\ \text{nm}$ ITO(투명성이 요구되는 경우)를 이용

하여 점점으로 구성된다. 회로는 기본 UV 리소그래피 기술을 이용하여 패턴화하였다.

제조된 전체 칩은 물에 담구어 PVA 희생층을

제거하고 이를 통해 유리 또는 실리콘 베이스 기판과 물 표면에 뜬 회로를 포함하는 $1\ \mu\text{m}$ 두께의 멤브레인을 분리하였다.

연구자들은 이렇게 제조된 전자 멤브레인을 건져내 다양한 표면에 적용할 수 있다고 보고하고 있다. 이를 확인하기 위해 반경이 약 $50\ \mu\text{m}$ 정도되는 사람의 머리카락이 있는 슬라이드에 전자 멤브레인을 걸쳐두면 스스로 머리카락을 감싸는 특성을 확인하였다.

또한 연구진은 변형에 의해 전기적 저항이 변화하는 소형 금-기판 strain gauge를 멤브레인 상에 집적하고 이를 플라스틱 콘택트 렌즈 상에 위치시켰다. 전자 멤브레인 상에 놓인 트랜지스터는 게이지의 시그널을 증폭할 수 있었다. 이러한 현상은 녹내장이 발생할 때 눈안의 유체 압력의 변화를 모니터링할 수 있는 방법을 제시하였다. 아직까지 이러한 장치에 무선으로 전원을 제공하기 위한 문제는 해결되어야 한다고 하였다.

유연성 전자기기에 전문가인 미국 일리노이 대학의 John Rogers는 산화아연 기반 반도체 기술은 기존 실리콘이나 고분자 재료와 더불어 재료의 다양성과 가공기술을 보여주는 것으로 매우 유용하다고 평가하였다.

이 연구결과는 저널 *Nature Communications*에 "Wafer-scale design of lightweight and transparent electronics that wraps around hairs"라는 제목으로 게재되었다(DOI:10.1038/ncomms3982).

본 토픽은 Chemistry World (8 January 2014 Simon Hadlington)에서 발췌한 것임 (<http://www.rsc.org/chemistryworld/2014/01/flexible-electronics-get-even-more-bendy-still>).

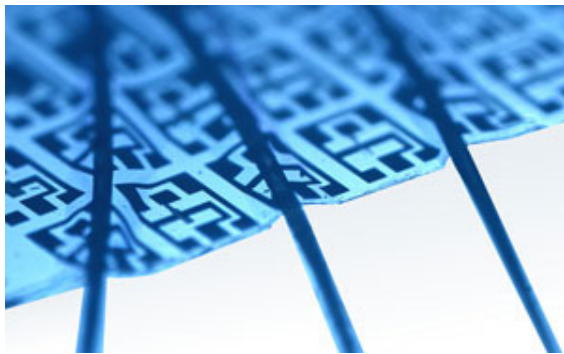


그림 1. 인간의 머리카락에 스스로 감길 정도로 얇은 회로.