

## Flexible nanogenerators용 p-type Li:Cu<sub>2</sub>O 박막의 특성 연구

조정수<sup>1</sup>, 김두희<sup>1</sup>, 정권범<sup>2</sup>, 나정효<sup>3</sup>, 김한기<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 정보전자신소재공학과, <sup>2</sup>동국대학교 반도체과학과, <sup>3</sup>충남대학교 전기공학과

p-type 반도체 물질로 알려진 Cu<sub>2</sub>O에 Li 이온을 doping하면 Cu 이온 자리에 Li이온이 치환되어 p-type의 특성이 더욱 강하게 나타내는 것으로 알려져 있다. 이에 본 연구에서는 RF magnetron sputtering방법으로 성막한 p-type형 Li:Cu<sub>2</sub>O박막의 특성을 연구하고 이를 Li:Cu<sub>2</sub>O-ZnO pn 접합 유연 나노제너레이터에 적용하였다. Li:Cu<sub>2</sub>O 성막시 O<sub>2</sub> 분압을 변수로 100nm 두께의 Li:Cu<sub>2</sub>O 박막을 성막하여 전기적, 광학적, 구조적, 표면 특성을 분석하였다. Hall measurement 측정 결과 Li:Cu<sub>2</sub>O 박막은 정공을 Major Carrier로 갖는 p-type 반도체임을 확인하였고, O<sub>2</sub>의 분압이 증가할수록 Mobility 및 Carrier Concentration이 증가함을 확인하였다. 최적조건에서 광학적 투과도는 약 45%를 보였으며, 투과도를 통해 계산한 band gap은 약 2.03eV로써 일반적인 산화물 반도체의 작은 밴드갭을 가지고 있음을 알 수 있었다. 또한 Ellipsometer분석을 통해 Ar:O<sub>2</sub> 비가 Li:Cu<sub>2</sub>O 굴절률 및 흡광도에 미치는 영향을 연구하였으며, FE-SEM(Field Emission Scanning Electron Microscope)을 통해 표면을 분석하였다. 또한 XRD(X-ray diffractometer), TEM(Transmission Electron Microscope) 분석을 통하여 상온에서 성막한 Li:Cu<sub>2</sub>O 박막의 미세구조를 연구하였다. UPS(Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy) 분석을 통해 일함수를 측정하였다. 이렇게 제작된 p 타입 Li:Cu<sub>2</sub>O 박막을 이용하여 Li:Cu<sub>2</sub>O-ZnO pn 접합을 구현하고 이를 이용해 유연 나노제너레이터를 제작하였다. 다양한 특성 분석을 통해 p-type을 이용한 산화물 박막 기반 유연 나노 제너레이터 특성 향상 메커니즘을 제시하였다.

**Keywords:** p-type oxide, Li:Cu<sub>2</sub>O, nanogenerator

## Poly-imide 기판에서 제조된 flexible CIGS 태양전지의 Mo strain 개선을 통한 효율 향상 연구

명아론<sup>1,2</sup>, 김재용<sup>1</sup>, 김혜진<sup>1</sup>, 박세진<sup>1</sup>, 정채환<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원, <sup>2</sup>전남대학교

Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> (CIGS) 박막 태양전지는 높은 효율과 낮은 제조비용, 높은 신뢰성으로 인해 박막 태양전지 중 가장 각광받고 있다. 특히 유리기판 대신 가볍고 유연한 철강소재나 플라스틱 소재를 이용하여 발전분야 외에 건물일체형, 수송용, 휴대용 등 다양한 분야에 적용이 가능하다. 이러한 유연 기판을 이용한 CIGS 태양전지의 개발을 위해서는 기판의 특성에 따른 다양한 공정개발이 선행되어야 한다. Poly-imide와 같은 유연기판은 공정온도가 400℃이하로 낮고 기판이 매우 얇아 기존 Mo 공정을 개선하여야 한다. 이러한 유연기판의 특성을 고려하여 본 연구에서는 기존 bi-layer Mo의 bottom layer의 두께를 조절하여 박막의 strain을 조절하였다. 유연기판으로는 SKC KOLON에서 제조된 GL type의 기판을 사용하였다. 기판의 두께는 50μm이다. 먼저 Mo의 bottom layer 두께 비율을 기존 12.5%에서 50%로 증가 시켰으며 전체 박막의 두께 역시 900nm에서 500nm로 두께를 감소시키며 실험을 실시하였다. 그 후 흡수층은 Co-Evaporation 방법을 이용하여 제조하였으며 이때 공정온도는 기존 공정온도에서 450, 400℃로 낮추어 흡수층을 제조하였다. 소자 제조 후 초기 Mo의 strain 개선과 저온공정이 적용되지 않은 경우 4.4%에서 공정 최적화 후 13%로 효율이 증가하였다. 제조된 흡수층은 SEM, XRF, XRD등을 이용하여 분석하였으며 그 외 일반적인 방법을 이용하여 Mo, CdS, TCO, Al grid를 제조하였다. AR 코팅은 제외 하였으며 제조된 소자는 솔라 시뮬레이터를 이용하여 효율 특성 분석을 실시하였으며 Q.E. 분석을 실시하였다.

**Keywords:** CIGS(CIGS), Flexible Substrate(유연기판), Co-Evaporation(동시증발), Poly-imide(폴리이미드), strain(응력), low temperature process(저온공정)