

### 4성분계 화합물 타겟을 이용한 단일공정 스퍼터링에 의한 CIGS 박막태양전지

## CIGS thin film solar cells prepared by one-step sputtering using a quaternary compound target

김태원\*, 박재철, 박신영, 송국중

\*한국생산기술연구원 광에너지융합연구그룹(E-mail:twkim90@kitech.re.kr)

**초 록:** Se 원소가 포함된  $CuIn_xGa_{1-x}Se_2$ (CIGS) 단일 스퍼터링 타겟을 이용하여 후처리 공정없이 단일 스퍼터링 공정만으로 CIGS 흡수층 박막을 증착하여 소자 특성을 확인하였다. 단일 CIGS 흡수층 공정이 적용된 CIGS 박막태양전지 소자(유리기판/Mo/단일 CIGS 흡수층 박막/CdS/i-ZnO/Al-doped ZnO/Ni-Al grid)에서 10.0%의 태양광 변환 효율을 달성하였으며, 이는 기존의 복잡한 공정구조를 해결하여 대면적 양산화 CIGS 제조 공정에도 적용할 수 있음을 확인하였다.

### 1. 서론

CIGS 화합물 반도체는 높은 흡수계수( $1 \times 10^5 \text{cm}^{-1}$ ) 및 다양한 밴드갭 energy (1.0~1.6eV) 특성으로 인하여 각광받는 태양전지용 흡수 물질로 여러 분야에서 연구가 진행되었다 [1]. 현재까지 CIGS 흡수층 박막을 제작하기 위하여 동시증발법, 스퍼터링, 전기증착법 등 다양한 증착 기술이 사용되었으며, 그 중에서도 대면적 CIGS 박막 태양전지 제조를 위한 스퍼터링 공법이 널리 활용되었다. 일반적으로, 대면적용 CIGS 모듈 제조를 위한 스퍼터링 공정에서는 금속 전구체 박막을 선 증착한 후 후처리(셀렌화 공정) 공정을 통하여 최종 흡수층 박막을 제작하는 형태로, 공정에 따른 큰 시간적, 경제적 손실을 감수해야 했다 [2]. 이러한 문제점들을 해결하고자 흡수층 원소(Cu, In, Ga, Se)가 하나의 단일 타겟으로 구성된 스퍼터링 용 타겟을 이용하여 후처리 공정이 생략된 CIGS 흡수층 박막을 제작하였다. 단일 스퍼터링 공정만으로 제조된 CIGS 흡수층 박막의 물성을 기존 후처리 공정 CIGS 흡수층 박막 특성과 비교 분석하여 단일 공정 CIGS 태양전지 소자의 구동 여부를 확인하였다.

### 2. 본론

본 연구에서는 4성분계 CIGS 스퍼터링 타겟을 적용하여, CIGS 박막 태양전지용 흡수층 박막을 개발하고 이를 이용한 태양전지 소자를 제작하여 단일 스퍼터링 공정 효능을 검증하였다. 단일 CIGS 흡수층 박막 제조를 위하여, Cu poor 조성을 가지는 4인치 스퍼터링 타겟을 사용하였다. 스퍼터링 공정조건은 RF Power(100~300W), 공정압력(0.3~0.5Pa), 공정온도(450~700°C)이며, 별도의 후처리 공정 없이 오직 Ar 공정가스만을 이용하여 단 한번의 증착만으로 CIGS 흡수층 박막을 제조하였다. 다양한 공정조건에 제작된 CIGS 흡수층 박막은 XRD, Raman 분석에서 Cu-Se과 같은 2차 상이 없는 순수한 chalcopyrite 구조의 결정 특성을 나타내었다. 또한, CIGS 흡수층 박막의 광학적 특성은 공정 조건에 큰 변화 없이 CIGS 타겟 조성이 가지는 밴드갭 에너지(~1.2eV)를 보여주었다. 최적의 구조적 광학적 특성을 가지는 단일 CIGS 흡수층 박막을 이용하여 CIGS 단위 소자(active area :  $0.44 \text{cm}^2$ )의 IV 특성을 확인한 결과 Voc(524mV), Jsc( $34 \text{mA/cm}^2$ ), Fill factor(0.56), Efficiency(10.02%)의 소자 특성을 나타내어, 단일 스퍼터링 공정만으로도 CIGS 박막태양전지 제작이 가능함을 확인하였다.

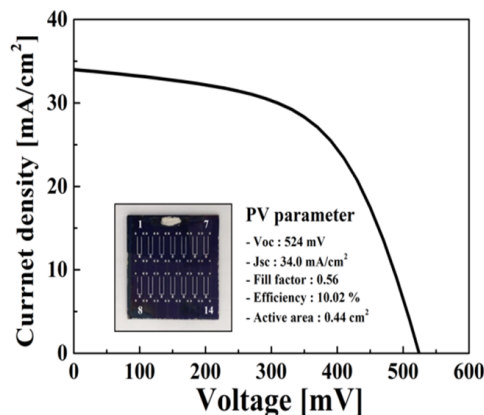


그림 1 단일 CIGS 스퍼터링 공정을 이용하여 제작된 CIGS 박막태양전지 소자의 IV 특성 (삽입그림은 제작된 소자)

### 3. 결론

스퍼터링 공정 기반, 기존 2단계 CIGS 흡수층 박막 제조 방식을 대체하는 one-step 스퍼터링 CIGS 흡수층 박막의 제조 공법을 제안하였다. CIGS 흡수층 제작에 있어 셀렌화 공정이 적용되지 않았음에도, 기존 CIGS 흡수층 박막의 물성 특성과 동일한 결과를 단일 흡수층 박막에서도 확인하였다. 또한 단일 CIGS 흡수층 박막공정이 적용된 CIGS 박막태양전지 소자 특성에서도 10% 이상의 변환 효율을 보임으로써, 향후 대면적 CIGS 모듈 제작에 있어 공정시간 단축 및 후처리용 부대설비 단순화 효과를 기대할 수 있게 되었다.

### 참고문헌

1. J.A. Frantz, Thin Solid Films, 519 (2011) 7763-7765.
2. J.H. Shi, Prog. Photovolt: Res. Appl., 19 (2011) 160-164.