

## 태양전지용 입자기반 CIGS 박막의 제조 및 특성분석

함창우, 송기봉, 서정대, 안세진\*, 윤재호\*, 윤경훈\*  
한국전자통신연구원, 한국에너지기술연구원\*

### Preparation and Characteristics of Particle based CIGS Thin Films for Solar Cell

Chang-woo Ham, Ki-bong Song, Jeong-daé Suh, Se-jin Ahn\*, Jae-ho Yoon\*, Kyung-hoon Yoon\*  
Electronics and Telecommunications Research Institute, Korea Institute of Energy Research\*

**Abstract :** We prepared and characterized particle based CIGS thin film using a thermal evaporator. CIGS powder were obtained at 240°C for 6 hours from the reaction of CuCl<sub>2</sub>, InCl<sub>3</sub>, GaCl<sub>3</sub>, Se powder in solvent. The CIGS thin film deposited on a sodalime glass. The CIGS thin film were identified to have a typical chalcopyrite tetragonal structure by using UV/Vis-spectroscopy, X-ray diffraction(XRD), Auger Electron Spectroscopy(AES), Scanning Electron Microscopy(SEM).

**Key Words :** CIGS, Solar cells, Particle, Thin film, Thermal evaporator

### 1. 서 론

CuInSe<sub>2</sub>로 대표되는 I-III-VI족 chalcopyrite계 화합물 반도체는 직접전이형 에너지 밴드갭을 가지고 있고, 전기 광학적 안정성이 매우 우수하여 현재 사용되고 있는 고가의 결정질 Si 태양전지를 대체하여 태양광발전의 경제성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 저가 고효율 태양전지 재료로 부각되고 있다.<sup>1)</sup>

Two-stage process, co-evaporation 등의 CIGS 박막 제조방법이 있으며, 이러한 박막이 태양전지의 광흡수층으로 사용될 수 있는 주요한 요인으로는 박막의 표면, 결정립, 전기적 특성 등이 있다.<sup>2~3)</sup>

현재 가장 좋은 효율을 얻었던 co-evaporation이나 그 이외의 대부분의 박막증착 방법이 출발물질 4개의 금속원소(Cu, In, Ga, Se)를 각각 증착시키면서 CIGS 박막을 제조한 것과는 달리, 본 실험에서는 4개의 금속원소를 용매와 반응시켜 완전한 CIGS powder를 제조한 후 열증발증착기(thermal evaporator)를 이용하여 박막을 증착하였다.

본 연구에서는 입자를 기반으로한 CIGS 박막을 제조하였으며, sodalime glass를 기판으로 이용하여 조성비 변화에 따른 CIGS 박막을 제조하여 특성분석을 하였다.

### 2. 실험

Fig.1에서 보는바와 같이 출발물질로 CuCl<sub>2</sub>, InCl<sub>3</sub>, GaCl<sub>3</sub>, Se powder의 금속 원소분말을 용매와 혼합하여 240°C에서 6시간동안 반응시킨 후 6시간동안 냉각시켰다. 반응물을 원심분리한 후, Acetone과 Methanol을 이용해 세척을 실시하였으며, 이러한 과정을 반복하여 부산물을 제거하였다. 마지막으로 70°C에서 6시간동안 건조하여 CIGS powder를 제조하였다.

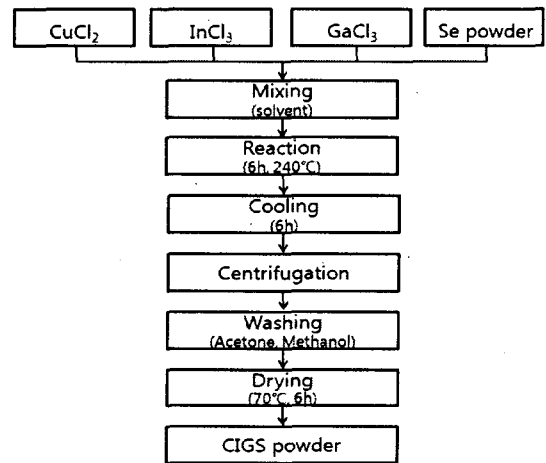


Fig. 1. Schematic diagram of the sample preparation process.

본 연구에서는 박막을 제조하기 위해서 열증발증착기(thermal evaporator)를 사용하였으며, substrate는 sodalime glass(20mm X 20mm)를 사용하였다. 10E-7 Torr 진공하에서 실험을 진행하였으며, 기판온도 500°C, 샘플온도 1200°C로 가열 하여 대략 300nm의 박막을 제조하였다.

제조된 박막의 광투과도 특성을 분석하기 위하여 UV/Vis-spectroscopy를 이용하였으며, 박막의 결정구조는 Cu-K $\alpha$  radiation을 사용하여 X-ray diffraction(XRD)으로 확인하였다. 박막의 조성분석을 위하여 Auger Electron Spectroscopy(AES)를 이용하였으며, 박막의 surface morphology는 Scanning Electron Microscopy(SEM)에 의해 관찰하였다.

### 3. 결과 및 검토

Fig. 2는 Cu 조성비 변화에 따른 광투과도를 나타낸 것이다. 광 투과율은 대략 50~80% 정도를 보였고, 박막의 두께가 300nm 정도의 비교적 얇아서 장파장에서 보이는 파동형이 아니라 곡선형태의 파형으로 이루어졌다. (a)와 (c)에서는 단파장쪽에서 가파른 흡수단이 관찰되었고, (b)에서는 대략 1200 nm 파장범위에서 가파른 흡수단이 관찰되었고, 단파장쪽으로 흡수단이 이동하는 것을 볼 수 있다. 이는 기존 CIGS 박막에서 보았던 광투과도 형태와 흡사하다고 할 수 있다.<sup>4)</sup>

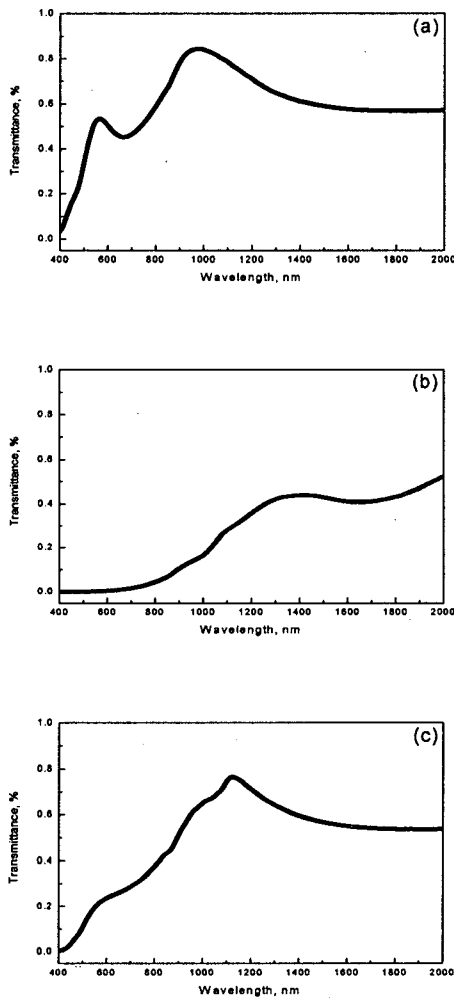


Fig. 2. The optical transmittances of CIGS thin film : CIGS mol ratio (a)4:3:1:8, (b)8:3:1:8, (c)12:3:1:8.

Fig. 3은 CIGS powder를 8:6:1:8 조성비로 실험했을 때의 CIGS thin film의 XRD 회절패턴을 보여주고 있다. CIGS 박막의 기본 피크인 (112), (220), (312) 피크가 관찰되었고, chalcopyrite 구조를 가지고 있음을 의미하는 (112) 우선 방향성 피크가 2θ일때 26.7°에서 강한 intensity를 보이고 있다.<sup>5)</sup>

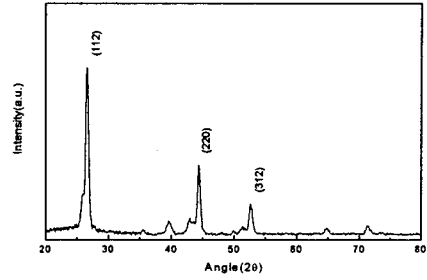


Fig. 3. XRD pattern of CIGS thin film.

4가지의 금속원소를 용매와 반응시켜 CIGS powder를 제조하였으며, 열증발증착기(thermal evaporator)를 이용하여 제조된 CIGS powder를 sodalime glass위에 증착하여 박막을 제조하였다. 다양한 조성비 변화를 통해 CIGS powder 제조 및 CIGS 박막을 제조하여 광투과도, XRD, SEM, Auger를 이용하여 특성분석을 하였다. 광투과도를 이용하여 기존 CIGS 박막에서와 같은 광투과도 형태를 찾을 수 있었고, XRD, SEM, AES를 이용하여 CIGS임을 확인 할 수 있었고, 입자기반으로 CIGS 박막 제조가 가능함을 알 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 협동연구사업의 연구비 지원에 의한 것입니다.

### 참고 문헌

- [1] 윤재호, 안병태, 윤경훈, "CIS 박막 태양전지 기술현황", 세라미스트, 8권, 5호, pp. 36-46, 2005.
- [2] J. W. Park, G. Y. Chung, B. T. Ahn, H. B. Im, and J. Song, Thin Solid Films, Vol. 235, pp. 173, 1993.
- [3] Y. Hagiwara, T. Nakada, and A. Kunioka, Technical Digest of the 11th Int. PV Sci. and Eng. Conf., Sapporo, Japan, pp. 83, 1999.
- [4] S. H. Kwon, J. C. Lee, K. H. Kang, S. K. Kim, K. H. Yoon, J. S. Song, D. Y. Lee, "Effects of Sodium and Gallium on Characteristics of CIGS Thin Films and CdS/CIGS Solar Cells by Co-evaporation Method", Solar Energy, Vol. 20, No. 2, pp. 43-54, 2000.
- [5] Klug H. P., 1974, "X-ray Diffraction Procedures", Wiley and Sons, Newyork, 1974.