

# 진공석영 전기로에서 열처리한 CuInS<sub>2</sub> 박막 특성 연구

양현훈\*, 이석호, 김영준, 나길주, 백수웅, 한창준, 김한울, 소순열, 박계춘, 이진, 정해덕, 목포대학교\*

**Abstract :** Polycrystalline CuInS<sub>2</sub> thin films were performed from S/In/Cu Stacked elemental layer(SEL) method with post annealing. In thin method, the thin films were annealed in Vacuum of 10<sup>-3</sup> torr or in S ambient. CuInS<sub>2</sub> thin films were manufactured by using the evaporation and the annealing with vacuum quartz furnace of sulfurization process was used in the vacuum chamber to the substrate temperature on the glass substrate the annealing temperature and characteristics thereof were investigated. The physical properties of the thin film were investigated under various fabrication conditions including the substrate temperature annealing time by XRD, FE-SEM, and Hall measurement system.

**Key Words :** CuInS<sub>2</sub>, Thin film, Evaporation.

## 1. 서 론

I-III-VI<sub>2</sub> 화합물 반도체는 sphalerite II-VI족 화합물 반도체에서 금속원자 대신 같은 수의 I,III족 금속원자가 규칙적으로 대체된 quasi-cubic (c/a≈2) tetragonal chalcopyrite 구조를 갖고 있으며, 그 성질이 II-VI족 반도체와 유사하다. 이들 3원소화합물 반도체인 CuInS<sub>2</sub> 박막은 구성원소의 Co-evaporation, reactive sputtering 그리고 Sputtering 또는 전기 도금된 금속박막을 화학적으로 변환시키는 방법을 몇가지 증착방법으로 제작되어 왔다. CuInS<sub>2</sub> 밴드갭이 1.50[eV]로서 태양광 스펙트럼과 동일접합일때 이용효율이 27~32[%]로 발표되고, Se보다 풍부한 원료인 S원소의 함유성분을 달리함으로써 n형 또는 p형 반도체의 제작에 용이하다. 따라서 본실험에서는 Evaporation법을 이용하여 CuInS<sub>2</sub> 박막을 제작후 부족한 S 을 진공석영 전기로를 통해 열처리를 함으로써 p-type CuInS<sub>2</sub> 박막을 얻고자 하며 여러 가지 증착 인자와 열처리 조건을 다양하게 변화시키고 구조적 전기적 특성 측정을 통하여 최적의 공정변수를 도출하였다.

## 2. 실험

실험은 표 1의 상수를 갖는 Cu, In, S(Aldrich Chem. Co., 9.99[%]이상, Powder)의 3원 물질을 화학량론적 조성비가 되도록 박막을 제조하기 위해 각 단위원소를 원자비(atom/%)를 통해 전자선 가열 진공증착기(KV-660, 10<sup>-7</sup>[torr])와 2개의 전극인 W-boat와 Mo-boat를 사용하여 p-CuInS<sub>2</sub> 박막을 제조하였다.

표 1. Various Constants of Elements.

Material	Atomic Number	Density [g/cm <sup>3</sup> ]	Melting Point [°C]	boiling Point [°C]	Atomic weight[at%]
Cu	29	8.96	1,083	2,595	1,027
In	49	7.31	156.61	2000	114.82
S	16	2.07	119	444.6	32.06
CuInS <sub>2</sub>	*	*	1,050	*	*

## 3. 결과 및 검토

그림 1은 CuInS<sub>2</sub> 박막의 열처리온도에 따른 XRD회절패턴을 조사하였다. 전자빔증착기(KV-660, 10<sup>-6</sup>)를 사용하여 S/In/Cu/SLG순으로 증착하여 R.T~550[°C]로 진공석영 전기로를 사용하여 열처리한 경우인데 열처리온도는 350[°C] CuS, Cu<sub>9</sub>In<sub>8</sub>, In<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, 등의 이차상들이 나타나다가 열처리온도 450[°C]에서는 이러한 이차상들이 사라지고, 오직 CuInS<sub>2</sub>의 단일상만이 관측되었다. 200[°C] 이하의 낮은 열처리온도에서는 Cu

과잉인 Cu<sub>11</sub>In<sub>9</sub>상들이 나타났다. 또한 550[°C]에서는 열처리한 경우에는 단상의 회절강도가 작아지고 반치폭(FWHM)은 커졌는데 이것은 과한 열처리 온도로 인하여 결정성이 450[°C] 보다 나빠진 것으로 판단된다.

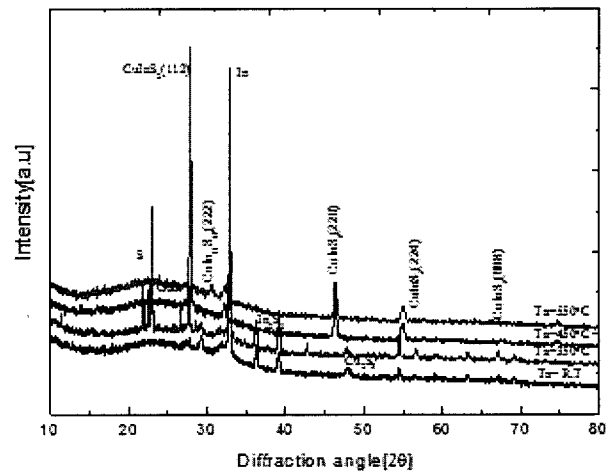


그림 2. XRD of CuInS<sub>2</sub> films by heat treatment temperature.

## 4. 결론

본 연구에서는 Cu, In, S를 전자선가열증착기를 사용하여 증착하였다. S의 낮은 열전도성 때문에 챔버내부에 온도상승이 유발될수 있어, 진공석영전기로에서 별도의 S를 공급하여 부족한 S의 양을 보충함으로써 단상 CuInS<sub>2</sub>박막을 얻을수 있었다. 350[°C]이하의 낮은 열처리 온도에서는 CuS, Cu<sub>9</sub>In<sub>8</sub>, In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 등의 이차상들이 나타나다가 열처리온도 450[°C]에서는 이러한 이차상들이 사라지고 오직 p-CuInS<sub>2</sub> 단일상만이 관측되었다.

## 감사의 글

본 연구는 호남광역경제권 선도산업지원단 연구비 지원에 의한 것입니다.

## 참고 문헌

- [1] A.Mere, O Kijatkina, H.Rebane, J.Kristok, M.Krunks, Journal of Physical and Chemistry of Solids 64(2003)2025-2029.
- [2] G.C.Park, Hae-Duck Chung, Chang-Dae Kim, Hyuk-Ryeol PA가, Woon-Jo Jeong, Jong-Uk Kim, Hal-Bon Gu, Ki-Sik Lee Solar Energy Material and Solar cells 49(1997)365-374.