

## 진공 석영관에서 Selenization한 CuInSe<sub>2</sub> 광흡수층 특성연구

### Study on the Properties of CuInSe<sub>2</sub> absorber layer from Selenization using a closed Vacuum Quartz box

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

† Hyeon-Hyn Yang, Su-Ung Back, Han-Wool Kim, Chang-Jun Han, \*Kil-Ju Na, \*\*Suk-Ho Lee, Soon-Youl So, Gye-Choon Park, Jin Lee, Hae-Deok Chung

† 목포대학교, \*목포과학대학, 서남권 청정에너지기술연구원\*\*

† Mokpo National University, \*Mokpo Science College University, Southwestern Research Institute of Green Energy Technology

**Abstract :** 본 실험에서는 CuInSe<sub>2</sub> 3원물질을 화학량론적 조성비가 되도록 박막을 제조하기 위해 각 단위원소를 원자비에 맞춰 전자선가열 진공증착기를 사용하여 Cu, In, Se 순으로 증착하였다. 10<sup>-3</sup>torr이상의 진공석영관에서 열처리와 동시에 Selenization을 통해 제작된 CuInSe<sub>2</sub>박막은 열처리온도 250℃에서는 Cu<sub>x</sub>Se, CuSe등의 2차상들이 나타나다가 450℃이상의 고온에서 CuInSe<sub>2</sub> 단일상을 형성하였다. 이로부터 진공중에서 반응을 시켰을 때, 더 낮은 온도에서 반응이 일어나고 열역학적으로 보다 안정한 소수의 화합물들이 쉽게 형성됨을 확인할 수 있었다. 특히 250℃에서는 Sphalerite 구조를 가지다가 350℃이상의 온도에서 Selenization하였을 때 Chalcopyrite 구조를 가졌다. 박막이 두꺼워지면서 결정립의 크기가 커지고 응력이 작아지는 특성을 보였다. 에너지 밴드갭(E<sub>g</sub>)은 Cu/In 성분비율이 클수록 작은값을 보였으며, 결정립크기가 중대되므로 결국 흡수계수가 낮아짐을 알 수 있다. 또한 두께가 증가할수록 전반적으로 흡수계수가 증가하였고 Cu/In의 성분비율이 0.97일 때 기초흡수파장은 1,169nm이고 에너지밴드갭은 1.06eV이었으며, 두께 1.5μm이상일 때 전반적으로 양호한 상태의 p-type CuInSe<sub>2</sub>박막을 제작하였다.

**Key Words :** CuInSe<sub>2</sub>, Chalcopyrite, Selenization.

## 1. 서 론

정방정계(tetragonal) Chalcopyrite 결정구조를 갖는 CuInSe<sub>2</sub>로 대표되는 I-III-VI<sub>2</sub>족 화합물 반도체는 직접천이형 에너지밴드갭을 가지고 있고, 광흡수계수가 1×10<sup>-5</sup>cm<sup>-1</sup>로 반도체중에서 가장 높으며, 두께 1~2μm의 박막으로도 고효율의 태양전지 제작이 가능하고, 열적으로 매우 안정적이기 때문에 이종접합 태양전지 구조에서 광흡수재료를 널리 연구되어지고 있다.

## 2. 결과 및 토의

상온에서 Cu, In, Se<sub>2</sub>순으로 증착후 In, CuIn<sub>2</sub>, Cu<sub>11</sub>In<sub>9</sub>, CuInSe<sub>2</sub>(220),(204)상이 넓은 조성범위에서 안정적으로 나타났으며 이 중 CuIn<sub>2</sub>상은 열역학적인 계산에 의하면, 90℃이하의 낮은 온도에서 안정한 상으로 나타났다. In 과잉인 큰 입자들은 아주 거친 표면을 보여주고 있으며, Cu-In금속층에서 큰입자의 형태로 존재하던 In입자가 Selenization 반응을 거쳐서 In과잉 CuInSe<sub>2</sub>상으로 존재하는 것이다. In구성비가 약간 과잉인 경우에는 아주 작은 결정립으로 이루어져 있다. 10<sup>-3</sup>torr이상의 진공석영관에서 열처리와 동시에 Selenization을 통해 제작된 CuInSe<sub>2</sub>박막은 250℃에서 Cu<sub>x</sub>Se, Cu<sub>11</sub>In<sub>9</sub>,등의 2차상들이 나타나다가 열처리 온도가 증가함에 따라 여러 화합물들이 형성되며, 450℃이상의 고온에서 CuInSe<sub>2</sub> 단일상을 형성하였다. Cu/In의 성분비율이 1.10일 때 기초흡수 파장은 1441nm 이었고 에너지 밴드갭이 0.86eV 인데, Cu/In 성분비율이 감소할수록 기초흡수 파장은 단파장쪽으로 이동되어 밴드갭이 커짐을 알 수 있으며, Cu/In 성분비 0.97일 때 기초흡수파장은 1169nm이고 에너지 밴드갭은 1.06eV이었으며, 두께 1.5μm이상일 때 전반적으로 양호한 상태의 p-type CuInSe<sub>2</sub>박막을 제작하였다.

## 감사의 글

본 연구는 호남광역경제권 선도산업지원단 연구비 지원에 의한 것입니다.

## 참고 문헌

- [1] M. A. Contreras, B. Egass, K. Ramanathan, J.U. Hiltner, A. Swartzlander, F. Hasoon and R.Noufi, Prog. in Photovoltaics, Short Communication, July-August 1999.
- [2] N. G. Dhere, M. C. Lourenco, R. G. Dhere and L. L. Kazmerski, Solar Cell 16, 369. 1986.

† 교신저자) 양 현훈, e-amil: koreayhh@mokpo.ac.kr, Tel:061-450-2468  
주소: 무안군청계면 도림리 61 목포대학교 전기공학과