

박막형 태양전지 제조공정에서의 레이저 응용 Laser application for the manufacturing of thin film solar cells

*#정성호, 김찬규, 인정환, 이석희, 이학재

*#S. H. Jeong(shjeong@gist.ac.kr), C. K. Kim, J. H. In, S. H. Lee, H. J. Lee
광주과학기술원 기전공학부

Key words : laser induced breakdowns spectroscopy, CIGS, solar cell

1. 서론

LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy)는 펄스 레이저를 이용해 미소한 양의 재료를 어블레이션(ablation: 레이저에 의해 물질이 용융, 증발되면서 제거된을 현상을 총체적으로 일컫는 말) 시킬 때 발생하는 플라즈마 발광 분석법이다.

LIBS의 장점은 실시간 측정이 가능하고 시료의 전처리가 필요 없으며 극미량의 어블레이션만 필요하므로 생산공정에 쉽게 적용할 수 있다. 게다가 이미 레이저 가공기술이 적용되고 있는 공정에서는 플라즈마를 활용할 수 있으므로 간섭없이 기존 생산기술과 연계하는 것이 가능하다.

본 연구에서는 차세대 태양전지로 주목받고 있는 CIGS($CuIn_{1-x}Ga_xSe_2$) 화합물 박막 태양전지의 연속생산공정에 LIBS를 적용시키기 위하여 광변환 효율에 가장 큰 영향을 주는 흡수층 내 물질 구성 및 분포를 분석하고 기존에 사용되고 있는 XRF(X-ray Fluorescence)와 ICP-OES(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy) 측정 결과와 비교 분석을 수행하였다.

2. 실험장치 및 방법

그림1은 본 실험에 이용된 LIBS 시스템의 개략도를 나타낸다. 플라즈마 생성 레이저로서 Q-switched Nd:YAG laser (wavelength =1064 nm, pulse duration = 5 ns, near flat-top spatial profile)가 사용되었고 측정 시스템으로는 Czerny-Turner 스펙트로미터가 결합된 고성능 ICCD(intensified charge coupled device, maximum spectral resolution of 0.1nm with a 40 nm spectral window) 카메라가 사용되었다. In과 Ga의 비율이 서로 다른 CIGS sample 4개에 0.9 mJ의 펄스 에너지로 5 Hz의 반복률로 5 shot을 조사하여 410.176nm [In(I)], 417.204

nm [Ga(I)], 327.396nm [Cu(I)]의 분광선을 획득하여 분석하고 XRF와 ICP-OES의 결과와 비교하였다.

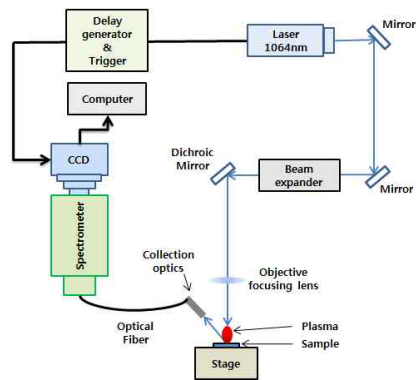


Fig. 1 Schematic of the experimental setup of LIBS.

3. 실험결과

표 1은 각각의 sample에 대하여 XRF와 ICP-OES를 이용하여 측정된 결과이며 그림 2를 통하여 LIBS분광 신호와의 상관관계를 알 수 있다. 그림 2는 XRF와 ICP-OES에 의해 측정된 Ga 원소 비율 대비 LIBS 분석을 통한 Ga/In Peak intensity ratio의 LIBS calibration 결과를 보여준다. 또한 XRF와 ICP-OES의 측정 방법에 따라서 Ga의 구성 원소 비율이 각각 다른 결과를 보였으며, 측정된 Ga 원소 비율을 이용한 Calibration curve의 선형정도 또한 서로 다른 선형성을 볼 수 있다. 특히 CIGS 박막의 구성 원소중에서, Se은 ICP-OES 측정전에 요구되는 sample 전처리 과정에서 강한 휘발성이 있음을 확인 했으며, ICP-OES는 CIGS 박막의 정확

한 화학적 분석 방법에 부적합함을 판단 할 수 있다.

Table 1 XRF와 ICP-OES측정을 통한 CIGS 흡수층 박막내의 Ga과 In 원소의 조성비율

Sample #	XRF (at%)		ICP-OES (at%)	
	In	Ga	In	Ga
1	16.04	9.52	22.20	8.16
2	14.30	10.26	21.94	7.28
3	20.92	2.54	28.98	4.09
4	13.32	9.72	21.86	7.94

2. Analysis of the absorption layer of CIGS solar cell by laser-induced breakdown spectroscopy, Seok. H. Lee, Hee. S. Shim, Chan.K. Kim, Jong. H. Yoo, Richard E. Russo, and Sungho Jeong. Applied Optics, Vol. 51, No. 7, pp. B115-B120 (2012)
3. Influence of molybdenum layer on the laser plasma generated from interfacing copper layer, Chan K. Kim, Dong S. Kim, Seok H. Lee, Hee-S. Shim, and Sungho Jeong, Applied Optics, Vol. 51, No. 7, pp. B93-B98 (2012)

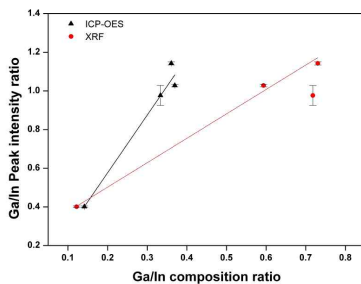


Fig. 2 Calibration lines of Ga/In intensity ratios with respect to XRF and ICP-OES data.

4. 결론

본 논문에서는 LIBS 시스템을 이용하여 CIGS 태양전지의 흡수층의 Ga과 In의 조성을 XRF와 ICP-OES 결과와 비교분석하여 신뢰성을 확보 하였으며 XRF과 ICP-OES에 비하여 신속하고 간편한 측정 방법으로서 가능성을 확인하였다.

후기

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MEST) (No. 2011-0029850)

참고문헌

1. Andrzej W. Miziolek, Vincenzo Palleschi, Israel Schechter, Laser-induced breakdown spectroscopy, Chapter1.