

STS430 기판을 이용한 Flexible CIGS 박막 태양전지 제조

*정 승철¹⁾, 안 세진²⁾, 윤 재호³⁾, **윤 경훈⁴⁾

Fabrication of Flexible CIGS thin film solar cells using STS430 substrate

*Seungchul Jung, Sejin Ahn, Jaeho Yun, **Kyunghoon Yoon

Key words : solar cell, CIGS, flexible, STS430

Abstract : Flexible CIGS thin film solar cell was fabricated using STS430 plate as a flexible substrate in this work. A diffusion barrier layer of SiO₂ thin film was deposited on STS430 substrate by PECVD followed by deposition of double layered Mo back contact. After depositing CIGS absorber layer by co-evaporation, CdS buffer layer by chemical bath deposition, ZnO window layer by RF sputtering and Al electrode by thermal evaporation, the solar cell fabrication processes were completed and its performance was evaluated. Corresponding solar cell showed an conversion efficiency of 8.35 % with V_{OC} of 0.52 V, J_{SC} of 26.06 mA/cm² and FF of 0.61.

1. 서론

독일 및 일본 업체를 중심으로 전통적인 소다 라임 유리 기판을 이용한 CIGS 박막 태양전지의 상용 제품이 출시되고 있는 가운데, 최근에는 스테인리스 또는 폴리이미드와 같은 플렉서블한 기판 소재를 이용하여 CIGS 박막 태양전지를 제조하려는 연구가 활발하게 시도되고 있다. 그 이유는 플렉서블 태양전지의 단위 무게당 높은 전력 생산량 (W/kg) 및 클투를 공정 적용에 의한 낮은 가격을 들 수 있다. 이를 통해 복잡한 모양을 구조물, 우주선, 군사용 및 포터블 전자제품의 전원 등 다양한 용도로의 적용이 기대된다.

본 연구에서는 다양한 기판 소재 중에서 430 스테인리스를 기판소재로 선정 후, 이를 이용하여 CIGS 박막 태양전지를 제조하고자 하였다.

2. 실험방법

그림 1. 에 430 스테인리스 기판을 이용한 플렉서블 CIGS 박막 태양전지의 구조 및 제조 공정 개략도를 나타내었다.

먼저 스테인리스 기판위에 불순물 확산을 방지하기 위한 SiO₂ 박막을 PECVD 방법으로 증착한다. 그 위에 이중층의 Mo 후면전극을 DC sputtering으로 증착한 후, 동시증발법을 이용하여 CIGS 박막을 증착한다. 특히 본 연구의 Mo 증착 공정은 기존 유리 기판을 이용할 때와 큰 차이점을 갖는데 이는 Na 공급 방식에 차이에 기인하는 것이다. 일반적으로 소다라임 유리에 포함되어 있는 Na은

-
- 1) 한국에너지기술연구원 태양전지 연구단
E-mail : cion1300@hotmail.com
Tel : (042)860-3525 Fax : (042)860-3539
 - 2) 한국에너지기술연구원 CIS 태양전지 실험실
E-mail : swisstel@kier.re.kr
Tel : (042)860-3541 Fax : (042)860-3539
 - 3) 한국에너지기술연구원 CIS 태양전지 실험실
E-mail : yunjh92@kier.re.kr
Tel : (042)860-3199 Fax : (042)860-3539
 - 4) 한국에너지기술연구원 CIS 태양전지 실험실
E-mail : y-kh@kier.re.kr
Tel : (042)860-3191 Fax : (042)860-3539

CIGS 증착 공정 중 CIGS 박막에까지 확산되며, 입자 크기 증가, 입계의 패시베이션 및 캐리어 농도 증가 등을 유발하여 결과적으로 태양전지의 효율을 증가시키는 것으로 알려져 왔다. 그러나 스테인리스 기판을 이용할 경우 Na 공급을 위한 새로운 방법을 모색해야 한다. 따라서 본 연구에서는 하부 Mo 층 증착시 Na이 일정량 도핑된 Mo 타겟을 스퍼터링 함으로써 CIGS 증착 공정시 Na 확산을 유도하고자 하였다.

CIGS 박막 증착 후 용액증착법을 이용하여 CdS 버퍼층, RF sputtering 을 이용하여 ZnO 투명전극, 열증발법을 이용하여 Al 전극을 증착하면 최종적으로 플렉서블 CIGS 태양전지가 완성된다.

태양전지의 광전압 특성은 솔라 시뮬레이터를 이용하여 AM 1.5G, 100 mW/cm², 25 °C 조건에서 측정하였다.

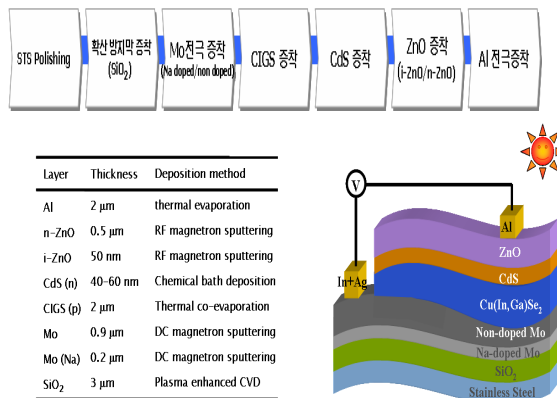


Fig 1. Structure and fabrication process of flexible CIGS thin film solar cells using stainless steel substrate

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 제조한 플렉서블 CIGS 태양전지의 전류-전압 곡선을 그림 2.에 나타내었다. 비교를 위해 유리기판 위에 동일한 공정을 통해 제조한 태양전지의 전류-전압 곡선도 함께 나타내었다. 유리 기판 태양전지의 경우 하부 Mo 층에 Na이 도핑된 Mo 타겟을 사용하지 않고 순수 Mo 타겟을 사용하여 스퍼터링 공정을 진행하였다.

스테인리스 기판을 이용한 태양전지의 경우 개방전압 0.52 V, 단락전류밀도 26.06 mA/cm², 충실도 0.61, 그리고 변환효율 8.35 %를 나타내었다. 반면 유리 기판을 사용한 태양전지의 경우 개방전압 0.61 V, 단락전류밀도 36.9 mA/cm², 충

실도 0.67, 그리고 변환효율 15.22 % 을 나타내었다.

STS430 기판을 사용할 경우 유리 기판에 비해 거의 모든 광전류 특성 파라미터가 낮아진 것을 확인하였는데, 이는 특히 Na 도핑된 Mo 층의 특성에 관련되는 것으로 사료된다. 추가적인 실험을 통하여 Na 확산 공정이 최적화된다면 태양전지의 특성이 크게 향상될 것으로 기대된다.

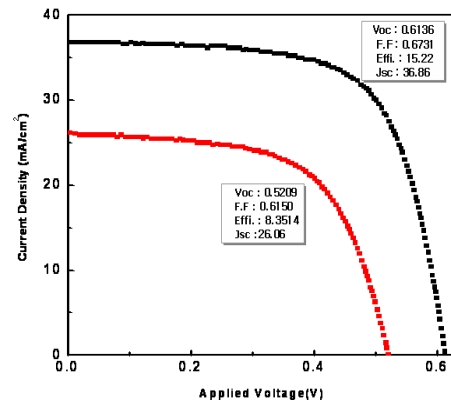


Fig 2. Light illuminated I-V curves for CIGS thin film solar cell using flexible STS430 stainless steel substrate (red line) and soda lime glass substrate (black line).

4. 결론

본 연구에서는 430 스테인리스 기판을 이용하여 CIGS 박막 태양전지를 제조하고 광전압 특성을 평가하였다. 그 결과 개방전압 0.52 V, 단락전류 밀도 26.06 mA/cm², 충실도 0.61, 변환효율 8.35 % 를 갖는 태양전지를 제조할 수 있었다.