

이중구조 투명전극을 이용한 실리콘 박막 태양전지 효율향상 기법

김현엽^{1,2}, 김민건^{1,2}, 최재우², 이준신², 김준동¹

¹한국기계연구원 나노역학실, ²성균관대학교 정보통신공학부

본 연구는 Transparent conducting oxide (TCO, 산화물투명전극)를 이용한 박막태양전지 효율향상에 관한 것으로, 이중의 TCO층(Double-stacked TCO layer)의 효과적인 광학 및 전기적 설계에 관한 것이다. 기존 박막 태양전지에서는 투명전극 TCO layer로서, ITO (Indium-Tin-Oxide), FTO (Fluorine- Tin-Oxide), 및 AZO(Aluminum-doped Zinc Oxide) 등을 사용해 왔다. 각 TCO layer마다 장점이 있지만 단점 또한 존재한다. ITO의 경우 높은 전기적 특성을 가지는 반면 수소 플라즈마에 취약하고 기계적 강도에 취약해 ITO 단일층만으로 박막 태양전지에 적용하는 것에 제한을 받는다. 한편, AZO의 경우 전기적 특성도 우수할 뿐만 아니라 수소 플라즈마에도 내구성이 강한 장점이 있지만, 일함수가 p형 반도체보다 낮아 Schottky junction이 되어, 높은 전위장벽이 형성된다. 이는 정공의 이동을 방해하고, 정공의 축적이 일어나서 순방향 전압을 인가할 때 많은 전류의 감소를 가져온다. 또한, AZO와 p형 반도체 사이의 높은 직렬저항으로 인해 광전압(Voc, Open circuit voltage)와 충실률(FF, Fill factor)가 떨어진다는 단점이 있다. 본 실험에서는 ITO/AZO 2중구조의 TCO층을 적용하여 상기의 문제점을 해결하고자 한다. 이중 구조 TCO층은 Magnetron sputter system을 이용하여, 단계적으로 증착되었다. 빛이 입사하는 유리에 ITO를 제1전도층으로 증착하였는데, ITO는 입사광의 투과도와 전기전도성이 우수하다. 제2전도층으로는 AZO층을 이용하였으며, 실리콘 반도체층과 접하게 된다. AZO는 실리콘 증착시 발생하는 수소 플라즈마에 안정적이고, 물리적 강도 또한 우수한 장점이 있다. 이중 구조층위에 실리콘 광흡수층(Si absorber)을 증착하였으며, pin 구조를 가진다. 기존, 단일막 TCO층과 2중구조 TCO층을 이용하여, 실리콘 박막 태양전지를 구성하였다. 이때, ITO/AZO의 2중구조를 적용하였을 때 태양전지 특성이 크게 향상된 결과를 얻을 수가 있었다. 특히, 전류밀도의 경우 ITO, FTO, AZO 각각 14.5 mA/cm², 11.2 mA/cm², 8.18 mA/cm²를 나타낸 반면 ITO/AZO 2중구조의 경우 약 17mA/cm² 로 크게 향상 되었고, 태양전지 변환 효율도 각각 7.5%, 6.9%, 4%에서 ITO/AZO 2중구조의 경우 8.05%로 크게 향상되었다. 본 발표에서는 2중구조 TCO를 이용한 현공정에 적용 가능한 박막태양전지 효율향상 기법에 대해 논의하고자 한다.

Keywords: 이중구조, 투명전극, 실리콘, 박막 태양전지