

깊은준위 과도용량 분광법을 이용하여 양자점 태양전지의 결합상태가 광전변환 효율에 미치는 영향 분석

이경수¹, 이동욱¹, 문용탁¹, 김은규^{1*}, 최원준²

¹한양대학교 물리학과 양자기능연구실, ²한국과학기술연구원 광전융합시스템연구단

지난 수년간 태양전지의 광전변환 효율을 높이기 위해 자가 조립된 InAs 또는 GaSb 와 같은 양자점을 GaAs 단일 p-n 접합에 적용하는 연구를 개발해 왔다. 그러나 양자점의 흡수 단면적에 의한 광 흡수도는 양자점층을 수십 층을 쌓으면 증가하지만 활성층에 결함을 생성시킨다. 생성된 결함은 운반자 트랩으로 작용하여 태양전지의 광전변환 효율을 감소시킨다. 본 실험에서는 양자점이 적용된 태양전지와 적용되지 않은 태양전지의 광전변환 효율을 비교하고, 깊은준위 과도용량 분광법을 이용하여 결합상태를 측정하고 및 비교함으로써, 활성층 내부에 생성된 결함이 광전변환 효율에 미치는 영향을 분석하였다. 소자구조는 분자선 증착 방법을 이용하여, 먼저 n-형 GaAs 기판위에 n-형 GaAs를 300 nm 증착한 후, 도핑이 되지 않은 GaAs 활성층을 3.5 μm 두께로 증착하였다. 마지막으로 p-형 GaAs를 830 nm 증착함으로써 p-i-n구조를 형성하였다. 여기서, n-형 GaAs 과 p-형 GaAs의 도핑농도는 동일하게 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 로 하였다. 또한 양자점 및 델타도핑 층을 각각 태양전지에 적용하기 위해 활성층내에 양자점 20층 및 델타도핑 20층을 각각 형성하였다. 이때, 양자점 태양전지, 델타도핑 태양전지 와 양자점이 없는 태양전지의 광전변환 효율은 각각 4.24, 4.97, 3.52%로 나타났다. 태양전지의 전기적 특성을 측정하기 위해 소자구조 위에 Au(300nm)/Pt(30nm)/Ti(30nm)의 전극을 전자빔 증착장치로 증착하였으며, 메사에칭으로 직경 300 μm 의 p-i-n 접합 다이오드 구조를 제작하였다. 정전용량-전압 특성 및 깊은준위 과도용량 분광법을 이용하여 태양전지의 결합분석 및 이에 따른 광전변환 효율의 상관관계를 논의할 것이다.

Keywords: 깊은준위 과도용량 분광법, GaAs

점진적인 굴절률 변화를 갖는 투명전도 산화막이 실리콘 태양전지의 특성에 미치는 영향

오규진, 김은규*

한양대학교 물리학과

실리콘기반의 광전변환 소자는 소자공정의 편의성, 소자 신뢰성, 화학적 안정성, 그리고 저가경쟁력 등의 이점 때문에 수 십 년간 널리 연구되어 왔다. 그러나, 실리콘 재료의 경우 높은 굴절률로 인해 표면에서 높은 광 반사도를 가지고 있다. 일반적으로, 태양전지의 광전변환 효율은 빛이 서로 다른 유전율을 가진 계를 통과할 때 발생하는 계면반사로 인한 물리적인 한계를 가진다. Indium Tin Oxide (ITO)는 발광 다이오드, 태양전지, 그리고 광 검출기 등의 광소자에 적용하기 위해 수 년간 투명전도 산화막 재료로서 연구되어 왔다. ITO의 뛰어난 광학적, 전기적 특성은 높은 투과도와 낮은 전기 전도도를 요구하는 소자 응용에 대해 유망한 후보로 거듭나게 했다. 게다가, ITO의 굴절률은 대략 2정도이다. 그 결과, ITO는 반도체 기반 태양전지의 무반사 코팅 소재로서도 장점을 가지고 있다. 본 연구는 전자빔 증착법으로 경사입사 증착을 하여 실리콘 기반 태양전지에 증착될 ITO 박막의 굴절률을 조절한다. 여기서, 실리콘의 굴절률은 대략 3.5정도이다. 그러므로, 더 나은 광학적 특성을 가지기 위해 다층으로 올려진 ITO 박막이 점진적인 굴절률 변화를 가지는 것을 필요로 한다. 점진적 굴절률 변화를 가진 무반사 박막이 실리콘 태양전지의 특성에 미치는 영향을 평가하기 위해 광전변환 효율을 측정하였다. 증착된 박막의 굴절률과 표면형상은 각각 타원편광분석과 Atomic Force Microscopy (AFM)을 통해 분석되었다. 또한, 소자의 단면형상은 Scanning Electron Microscopy (SEM)으로 측정되었다.

Keywords: 태양전지, 투명전도산화막