

TW-P024

Poly Si Buffer-layer 도입에 의한 실리콘 양자점층 두께 증가에 따른 실리콘 양자점 태양전지 효율 향상

백현정^{1,2}, 박재희², 김태운², 김경중^{1,2*}

¹Department of Nano and Bio Surface Science, University of Science and Technology (UST), ²Division of Industrial Metrology, Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS), Daejeon, Korea

실리콘 양자점 태양전지는 실리콘이 nm 크기의 양자점으로 될 경우 밴드갭이 증가하여 태양광 중의 가시광선을 광전변환에 활용함으로써 효율을 향상시키는 차세대 태양전지이다. 그러나 실리콘 양자점이 SiO₂ 매질 내에 분포하므로 양자점층의 두께가 증가할 경우 박막의 직렬저항이 증가하여 일정 두께 이상이 되면 효율이 감소하는 결과를 가져온다. 본 연구에서는 두께증가에 따른 효율저하 문제를 해결하기 위해 다결정 실리콘으로 이루어진 완충층을 도입하였다.

이를 위해 본 연구에서는 두 가지 형태의 실리콘 양자점 태양전지를 제작하여 광전변환 특성을 비교하였다. 첫 번째 구조는 B이 도핑된 단일 실리콘 양자점층 태양전지이다. 양자점층은 2 nm SiO_x 층과 2 nm SiO₂ 층을 적층한 후 1,100°C에서 20분간 질소 분위기에서 급속 열처리하여 제작하였다. 실리콘 양자점 층의 두께를 40 nm에서 200 nm까지 변화시키면서 효율을 측정한 결과 100 nm 정도에서 효율이 감소하기 시작하였다. 이러한 효율감소는 양자점층의 저항 증가에 따른 전류감소에 의함이 확인되었다.

이와는 대조적으로 실리콘 양자점 층의 저항을 줄이기 위해 실리콘 양자점층 내에 50 nm 간격으로 10 nm 두께의 B이 도핑된 다결정 실리콘층을 배치하는 실리콘 양자점 태양전지를 개발하였다. 이러한 실리콘 양자점 층의 두께를 증가시킬 경우 효율이 지속적으로 증가함을 관찰하였다.

이러한 두 가지 형태의 양자점층을 이차이온질량분석법으로 분석한 결과 단일 실리콘 양자점층의 경우 두께가 약 70 nm 정도부터 이온빔 스퍼터링에 의한 저항증가에 따른 대전현상(charging)이 관찰되었으나 다결정 실리콘 층이 배치된 실리콘 양자점층에서는 전혀 대전현상이 발생하지 않았다. 이는 다결정 실리콘 층이 캐리어를 이동시키는 매개체 역할을 하는 것으로 해석될 수 있다.

Keywords: 양자점, 완충층, 대전현상, 태양전지