

ASA 프로그램을 이용한 박막태양전지 구조설계 최적화

백승신, 최형욱, 이영석, 이준신
성균관대학교

Abstract : 박막태양전지는 p-i-n substrate형과 n-i-p substrate형 두가지구조로 제조된다. 각 layer에서 activation energy와 band gap energy를 ASA simulator를 통해 조절해보았다. Simulation결과 p-i-n substrate형에서 p-layer와 n-i-p substrate형 n-layer에서 동일하게 activation energy 0.2eV, band gap energy 1.80eV에 최고효율 나왔고 각각 10.07%, 10.17%의 최고효율을 구할 수 있었다. 최적화 과정을 통하여 같은 조건에서 p-i-n substrate형 보다 n-i-p substrate형이 보다 높은 효율을 낸다는 것을 알 수 있었으며 본 연구를 통해 각 구조의 차이를 알 수 있었고 이는 높은 효율의 박막태양전지 설계에 도움이 될 것이다.

Key Words : ASA simulator, n-i-p substrate형, thin firm solar cell, activation energy, band gap energy

1. 서론

a-Si:H 박막 태양전지는 확산거리가 단결정이나 다결정 실리콘 기관에 비해 매우 낮아 p-n구조로 설계 시 전자 전공 쌍의 수집효율이 낮다. 때문에 비정질 실리콘 박막 태양전지는 불순물이 첨가되지 않은 무침가 a-Si:H 광 흡수 층을 p-layer와 n-layer 사이에 삽입하여 p-i-n substrate형과 n-i-p substrate형으로 제조되어진다. 이에 두 구조의 activation energy와 band gap energy의 변화를 통해 최적의 효율을 구해 두 구조를 비교해 보고자 한다.

2. 실험

최적의 efficiency를 구하기 위해 p-i-n substrate형의 p-layer와 n-i-p substrate형의 n-layer의 activation energy와 band gap energy를 변화시켰다. Simulation을 하기위한 초기 조건은 아래와 같다.

표 1. Simulation 초기 조건.

p-i-n substrate	a-Si:H(p)	a-Si:H(i)	a-Si:H(n)
Thickness(nm)	10	450	20
Space	20	200	40
Band gap energy(eV)	1.65~1.85	1.73	1.75
Activation energy(eV)	0.1~0.5		0.3

n-i-p substrate	a-Si:H(n)	a-Si:H(i)	a-Si:H(p)
Thickness(nm)	10	450	20
Space	20	200	40
Band gap energy(eV)	1.65~1.85	1.73	1.75
Activation energy(eV)	0.1~0.5		0.3

3. 결과 및 검토

p-i-n substrate구조의 초기 상태에서 a-Si:H(p)의 각 Band gap energy에 관해서 activation energy를 변화시켜보고(그림1의 좌측) 각activation energy에 관해서 Band gap energy를 변화시켜보았다(그림1의 우측). 그림1에서 볼 수 있듯이 Band gap energy의 값이 커질수록 효율이 증가함을 알 수 있는데 실제 제작에서 1.85eV 이상으로 만들어 내기는 힘들기에 1.80eV의 값을 최고효율로 보았다. activation energy는 0.2eV에서 최댓값을 가지는데 이는 낮을수록 활성화정도가 좋기 때문이다. 결과로 0.2eV, 1.80eV에서 최고효율이 나왔다.

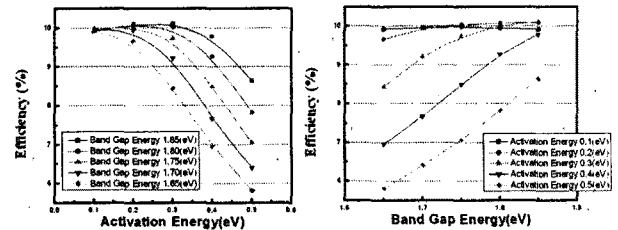


그림 1. p-i-n p-layer의 Ea, Eg 따른 변환효율

같은 방법으로 n-i-p substrate구조의 초기 상태에서 a-Si:H(n)를 변화시켜보았고 그림2에서 볼 수 있듯이 p-i-n substrate구조와 같은 조건인 0.2eV, 1.80eV에서 최고효율이 있음을 확인 할 수 있었다.

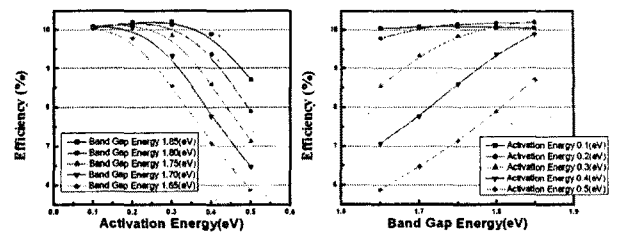


그림 2. n-i-p n-layer의 Eg, Ea 따른 변환효율

4. 결론

본 연구에서는 p-i-n substrate형의 p-layer와 n-i-p substrate형의 n-layer의 activation energy와 band gap energy를 변화 시켰고 결과로 둘 다 유사한 형태를 보였으며 같은 조건인 0.2eV, 1.80eV에서 최고효율이 나왔다. 최고효율은 p-i-n substrate형과 n-i-p substrate형에서 각각 10.07%, 10.17%가 나왔으며 이로 인해 같은 조건에서는 n-i-p substrate형이 더욱 뛰어난 효율이 있음을 확인하였다. 이는 i-layer에서 입사한 빛에서 먼 쪽에서 주로 반응이 일어나는데 그곳에서 나온 전공의 속도가 전자의 속도보다 낮기 때문에 정공의 이동거리가 짧은 n-i-p substrate형이 높은 효율을 보이는 것이다.

참고 문헌

[1] 이준신 김경해 공저, "태양전지공학", 그린, 2007