

PC1D 기반의 2스텝 도핑을 통한 실리콘 태양전지의 최적화

김영필, 정우원, 이준신*
성균관대학교

Abstract : This paper presents a proper condition to achieve above 17 % conversion efficiency using PC1D simulator. Crystalline silicon wafer with thickness of 240 μ m was used as a starting material. Various efficiency influencing parameters such as rear surface recombination velocity and minority carrier diffusion length in the base region, front surface recombination velocity, junction depth and doping concentration in the Emitter layer. Among the investigated variables, we learn that 2nd doping concentration as a key factor to achieve conversion efficiency higher than 17 %.

Key Words : Solar cell, PC1D, Doping concentration, Efficiency

1. 서론

대체 에너지에 대한 중요성이 강조되고 있는 이 시대에서 태양전지의 효과적인 활용이 중요시 되고 있다. 고 효율의 태양전지를 제작하기 위해서는 웨이퍼의 두께, 소수 반송자 수명시간, texture 구조와 균일도 정도, doping 프로파일, 표면농도와 접합 깊이, 표면 passivation(전면, 후면), 전극의 표면적 차광손실 정도 등의 여러 가지 요인들이 복합적으로 영향을 미친다.[2] 따라서 보다 나은 효율을 얻기 위해서는 각 요소들의 영향이 어떠한지를 알고 변수들을 적절히 조절해가며 최적의 조합을 찾아야 한다.[3] 여기서는 PC1D를 이용하여 2스텝 도핑의 Peak Doping 농도에 따른 실리콘 태양전지의 최적화를 알아보겠다.

2. 실험

실험은 PC1D를 이용하여 Junction Depth 의 변화에 따라 Isc의 크기의 변화를 살펴보고 2nd의 도핑 표면 농도를 증가시켜 봄에 따라 Isc와 Voc의 변화를 살펴보았다.

표 1. PC1D 시뮬레이션 조건

| | |
|---|------------------------|
| Thickness (μ m) | 240 |
| Band gap (eV) | 1.124 |
| Back ground doping (cm^{-3}) | 1.513×10^{16} |
| Bulk recombination $\tau_n = \tau_p$ (μ s) | 30 |
| Front-surface recombination $S_n = S_p$ (cm/s) | 1×10^6 |

3. 결과 및 검토

그림 1은 2nd Front peak doping 변화에 따른 효율의 변화가 나타나고 있다. 2nd의 doping 농도를 증가시킬수록 효율이 점점 떨어져 가는 것을 볼 수 있다.

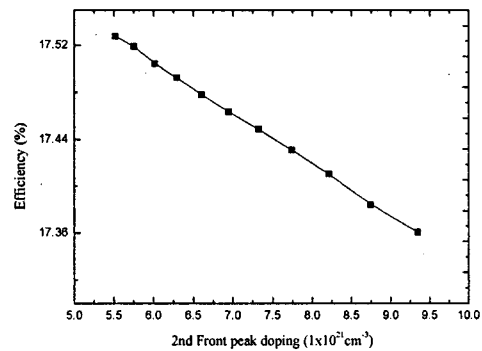


그림 1. 2nd Front peak doping 변화에 따른 효율

4. 결론

본 연구에서는 1nd peak doping 농도를 고정시켜 놓고 2nd Front peak doping의 농도에 따라 태양전지의 효율을 어떻게 증대시킬 수 있는지 알아보았다. doping 농도가 커질수록 Isc의 값과 Voc의 값이 작아지게 되어 결국 효율이 점점 낮게 되었고 일반적인 상태(Sheet Resistance : 100 Ω 이하, Junction Depth : 0.5 μ m이하) 에서는 위와 같은 조건에서 2nd Front peak doping의 농도가 $5.518 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ 로 가장 작을 때 최고 효율 17.53%를 찾아낼 수 있었다.

위 결과에 대한 원인을 분석한 결과 2nd의 표면농도가 증가함에 따라 표면 재결합속도가 빨라지게 되었고 그로인하여 생성된 전자와 홀이 결합하여 Isc가 감소한 것으로 보이고 그 결과 효율이 점점 떨어지게 되는 결과 값을 갖게 되었다.

참고 문헌

- [1] 태양전지공학 이준신, 김경해 공저
- [2] L.Korte, E.conrad Hahn-Meitner-Institut Berlin 22nd EPVSEC (2007) 859
- [3] W.E.Jellett and K.J. Wever ANU College 22nd EPVSEC (2007) 44
- [4] A. Luque and A. Marti Phys. Rev. Lett 78, 5014(1997)