

Solar Grade 실리콘 기판특성에 따른 태양전지 성능분석

이정철¹, 김영국², 이준신², 윤경훈¹, 송진수¹

¹한국에너지기술연구원 태양전지연구센터, ²성균관대학교 정보통신공학부

실리콘을 기판으로 한 태양전지의 성능은 기판의 전기적 특성과 매우 밀접한 관계를 갖는다. 특히 기판 내부의 불순물이나 구조적 결함에 따른 소수 캐리어 수명 (minority carrier lifetime : MCLT)은 태양전지의 효율을 결정하는 중요한 변수이다. 최근 태양전지 시장의 급격한 성장으로 인해 태양전지용(solar grade) 실리콘 기판에 대한 필요성이 급격히 증가하고 있다. Solar grade 실리콘 기판은 기존의 반도체급 기판에 비해 전기적 특성이 좋지 않은 것으로 보고되고 있으나, 현재까지 태양전지용 실리콘 기판에 대한 명확한 특성이 규명되지 않고 있다.

본 논문에서는 이론적 simulation과 실험을 통해 solar grade 실리콘 기판 특성에 따른 태양전지의 성능 의존성을 분석하였다. PC-1D를 이용한 simulation 결과 기판의 MCLT가 증가할수록 태양전지의 효율은 증가하는 경향을 보이지만, 30 μ sec부터 단락전류 밀도(Jsc)의 포화(saturation)에 의한 효율의 상승폭이 크지 않은 것으로 분석되었다. 현재 solar grade 기판의 경우 as-cut 상태의 MCLT가 ~ 수십 μ sec이며, 태양전지 제조 공정을 거친 후 불순물 게더링(gettering) 효과에 의해 MCLT가 크게 상승하는 것으로 알려져 있다. 즉, 불순물 게더링 효과를 고려할 때 solar grade 기판의 MCLT는 현재의 수십 μ sec 보다 낮더라도 15% 이상의 태양전지 제조에는 크게 문제가 없을 것으로 분석된다. Solar grade 기판과 반도체급 고순도 기판을 이용해 상용 공정(conventional process)으로 제조된 태양전지의 특성을 분석한 결과, 기판의 품질에 관계없이 15-16%의 효율을 얻을 수 있었다. 제조된 태양전지의 내부양자효율(Internal Quantum Efficiency)로부터 구한 소수 캐리어의 유효 확산거리(Effective diffusion length)는 기판의 품질에 관계없이 ~700 μ m로서 기판 두께의 2배 이상의 값을 갖는 것으로 분석되었다. 이상의 결과로부터, 태양전지 효율 15 ~ 16%를 얻기 위한 solar grade 기판의 MCLT는 ~ 수 μ sec 만으로도 충분한 것으로 분석되었다.