

## Plasma Etching에 의한 Silicon 태양전지 표면의 광 반사도 감소와 효율 변화

류승현<sup>1</sup>, Cheng Yang<sup>1</sup>, 유원종<sup>1</sup>  
김동호<sup>2</sup>, 김택<sup>2</sup>

- (1) 성균관대학교, 나노과학기술원  
(2) 삼성종합기술원, 반도체랩

**초 록:** 실리콘을 기판으로 하는 대부분의 태양전지에서는 표면반사에 의한 광 에너지 손실을 최소화 시키고자 습식에칭 (wet etching)에 의한 텍스처링 처리가 이루어진다. 그러나 습식 에칭은 공정 과정이 번거롭고 비용이 많이 든다. Inductively Coupled Plasma Etcher 장비를 이용한 플라즈마 에칭 (plasma etching)을 실리콘 표면에 적용하여 공정을 간단하고 저렴하게 하며 반사도를 획기적으로 낮추는 기술이 개발되었다. 플라즈마 에칭으로 형성된 나노구조는 내부전반사를 일으키며 대부분의 태양에너지를 흡수한다. 나노구조는 필라(pillar)의 형태로 나타나며, 이는 플라즈마 에칭 시 발생하는 이온폭격과 에칭 측벽 식각 보호막 (SiOxFy : Silicon-Oxy-Fluoride)의 형성 때문이다. 최저의 반사도를 얻기 위해서 나노필라 형성에 기여하는 플라즈마 에칭 시간, RF bias power, SF6/O2 gas ratio의 변화에 따른 실험이 진행되었다. 플라즈마 발생 초기에는 표면의 거칠기만 증가할 뿐 필라가 형성되지 않지만 특정조건에서 4 $\mu$ m 이상의 필라를 얻는다. 이 구조에 알루미늄 전극을 형성하여 전기적 특성을 관찰하였다. 플라즈마 에칭을 적용하여 제작된 태양전지는 표면의 반사도가 가시광 영역에서 약 1%에 불과하며, 마스크 없이 공정이 가능한 장점이 있다.

### 1. 서론

태양전지 표면의 손실을 줄이기 위해 반사 방지막(anti-reflection layer)로서 적절한 물질을 파악하고 표면처리(surface treatment)기술을 개발 중에 있다. 특히, 대부분의 태양전지 업계에서는 표면처리에 chemical solution을 사용하고 있다. 그러나 고비용과 복잡한 공정과정을 수반하며, 태양광 스펙트럼에 대한 반사도가 커서 효율을 떨어뜨리고 있다. 본 연구에서는 표면구조를 변형시켜 반사도의 손실을 줄이면서 기존의 공정을 유지하는 기술을 개발 중에 있다. 특히, 플라즈마 에칭을 이용하여 태양전지 표면을 나노구조로 바꾸어 반사도 손실을 줄이고 전기적 특성 변화를 보이고자 한다.

### 2. 본론

Inductively Coupled Plasma Etching 장비에서 SF6/O2 플라즈마를 이용하여 표면처리를 하였다. 실험 조건으로 에칭 시간, RF bias power, SF6/O2 gas ratio를 변화시켰으며 그 구조는 AFM (atomic force microscope)과 SEM (scanning electron micrograph)으로 관찰하였다. 객관적인 실험 결과의 비교를 위해서 여러 농도의 KOH와 IPA를 혼합한 solution으로 wet etching을 하였다. 반사도는 200 ~ 1400 nm 영역에 대해 측정 비교하였다. 공정 조건에 따라 변화하는 플라즈마 이온폭격, 에칭 측벽 식각 억제막이 나노필라 형성과정에 기여하는 정도와 반사도와와의 관계를 조사하였다. 표면의 반사도가 가장 적은 시기는 나노필라의 길이가 가장 길었을 때였다. 그 이후 나노필라의 길이는 다소 감소하지만 고종횡비 구조가 유지되는 동안 반사도는 약 3%로 일정하였다. 에칭 후 나노필라 구조에 P509 n-type dopant를 사용하여 doping을 하여 나노필라 형성 전 후의 전기적 특성을 비교하였다. 그 결과, 나노필라 형성에 의해 효율이 약 3.68%에서 5.124% 증가함을 확인하였다.

### 3. 결론

본 연구에서는 태양전지에 플라즈마 에칭 기술을 적용하여 표면에 나노구조를 형성하였다. 그 결과 반사도는 약 3% 저하되었다. 나노 구조를 이용하면 반사방지막을 사용할 필요가 없으므로, 공정 비용 절감에 큰 효과가 있다. 실제로 감소된 광 반사도의 일부가 태양전지의 전기적 성질을 향상시키는 것으로 조사되었다.

### 참고문헌

1. S. Koynov, M. S. Brandt and M. Stutzmann, Phys. Stat. Sol. 1, 53 (2007).
2. B. M. Kayes, H. A. Atwater and N. S. Lewis, J. Appl. Phys. 97, 114302 (2005).
3. H. Lu and C. Gang, Nano Lett. 11, 3249 (2007).
4. S. H. Ryu, C. Yang and W. J. Yoo, J. Korean Phys. Soc. 54, 1016 (2009).
5. C. Yang, S. H. Ryu, Y. D. Lim and W. J. Yoo, Nano 3, 169 (2008)