

## SF6/O2 가스를 이용한 다결정 실리콘 웨이퍼 RIE Texturing이 제작된 태양전지 동작특성에 미치는 영향

박광목<sup>1</sup>, 이명복<sup>2</sup>, 정지희<sup>3</sup>, 배소익<sup>3</sup>, 최시영<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 전기전자컴퓨터공학부, <sup>2</sup>나노융합실용화센터 나노융합개발팀, <sup>3</sup>미리넷솔라

본 논문에서는 30% 내외의 평균반사율을 가지는 다결정 실리콘 태양전지의 입사광 손실을 최소화하여 광전변환효율 극대화를 구현하기 위해서 SF6/O2 혼합가스를 이용한 RIE 표면 texturing 공정을 수행하였다. 현재 다결정 실리콘 태양전지는 다양한 방향의 grain을 가지기 때문에 단결정 실리콘에 적용되는 습식 식각 방식이 다결정 실리콘 표면 texturing에 적절하지 않은 것으로 알려져 있다. 이를 개선하기 위해서 이방성 식각 특성을 가지는 다양한 texturing 방법이 시도되고 있다. 대표적으로 기계적인 방식의 V-grooving, 레이저 grooving, 플라즈마 건식식각을 이용한 texturing 및 산 용액을 이용한 texturing 등의 연구가 보고되고 있다. 그 중에서 플라즈마 건식식각 방식의 하나인 RIE를 이용한 표면 texturing 공정이 간단한 공정과 산업계 응용의 용이성 때문에 활발히 연구되어 왔다. 특히 Sandia group과 일본 Kyocera사의 연구 결과에서는 그 가능성을 입증하고 있다. 본 연구에서는 공정의 단순화와 안전한 공정을 위해서 SF6/O2 혼합 가스를 이용하여 마스크 패턴 공정없이 RIE texturing 공정을 수행하였으며, RIE-textured 다결정 실리콘에 대해서 태양전지를 제작하여 표면 texturing이 광전변환효율에 미치는 영향에 대해서 분석하였다. 그 결과 SF6/O2 혼합 가스를 이용한 RIE texturing은 다결정 실리콘 표면에 주로 needle 구조를 형성하는 것을 확인하였다. 각 texturing 조건별 반사율의 차이는 needle 구조의 조밀도와 관련되는 것을 알 수 있었으며, 동일 공정 parameter 상에서 식각 시간 1, 2, 3, 4, 5분 기준 시간에 따른 표면 구조 분석 결과 seed 가 형성되고 그에 따라서 needle 형태로 식각되는 과정을 관찰하였다. 반사율은 분당 약 4%씩 낮아져 5분 식각 후 14.45% 까지 낮아졌으며, 표면 구조에서 폭은 약 30 nm로 모두 일정하며, 길이가 약 20, 30, 50, 80, 100 nm으로 증가되었다. 이 결과로 보아 seed로부터 needle 구조가 심화되어가는 것을 알 수 있었다. 시간에 따른 RIE texturing 후 제작된 태양전지는 효율이 1분 식각 기준 15.92%에서 약 0.35% 씩 낮아져 5분 식각 후 14.4%로 낮아졌다. Voc 는 texturing 시간에 관계없이 일정하며 Isc가 점점 감소되는 것으로 확인되었다. EQE 결과도 이와 동일하게 RIE texturing 시간이 길어질수록 전체 파장 범위에서 일정하게 낮아지는 것이 관찰되었다. Electroluminescence (EL) 이미지 결과 texturing 시간이 길어진 태양전지일수록 점점 어두운 이미지가 나타나 5분 식각의 경우 가장 어두운 결과를 나타내었다. 이런 결과는 한 가지 이유보다는 복합적인 문제로 예상되는데 궁극적으로는 RIE 공정 후 표면에 쌓인 charged particle들이 trap 준위를 형성하

여 효율 및 공정상에 영향을 미친 것으로 보이며, 특히 잔류 O기가 불균일한 산화막을 형성하는 것으로 예상된다. 또한 EL 분석 결과를 볼 때 RIE texturing 공정이 길어질수록 불안정한 pn-junction을 형성하는 것을 확인하였으며, emitter 층 형성 후 PSG (phosphorous silica glass) 공정에서 needle의 상부 구조가 무너지면서 면저항이 증가된 결과로 분석된다. PSG 제거 후 측정된 면저항의 경우 3분 texturing 샘플부터 면저항이 약  $4\Omega/\text{sq}$  정도 증가됨을 확인하였다.

**Keywords:** RIE texturing, SF6/O2 혼합가스, Needle, Pn junction

