

Si PV Cell을 위한 제조공정 단순화와 표면 분석

홍근기*, 홍순관**, 정인성***, 김희만***, 은종부***, 김일호***

*서울대학교 반도체공동연구소

**해전대학 디지털전자과

***서울시립대학교 반도체 재료 및 소자 연구실

e-mail: kkhong@snu.ac.kr

The Improve on fabricate process and Its surface analysis of PV cell

Kuen-Kee Hong*, Soon-Kwan Hong**, In-Sung Jung***,

Hoi-Man Kim***, Jong-Boo Eun*** and Il-Ho Kim***

*Inter-University Semiconductor Research Center, Seoul
National University

**Dept. of Digital Electronics, Hyejeon College

***Semiconductor Materials and Devices Lab., University of
Seoul

요 약

최근 심각한 환경오염 문제와 화석 에너지 고갈로 차세대 청정에너지 개발에 대한 중요성이 증대되고 있다. 그 중에서 태양전지는 공해가 적고, 자원이 무한적이며 반영구적인 수명을 가지고 있어 미래 에너지 문제를 해결할 수 있는 에너지원으로 기대되고 있다. 태양전지 기술 개발 방향은 발전 단가를 낮추는 태양전지 변환 효율 개선 연구위주로 연구가 진행되어 왔다. 태양전지의 변환 효율은 새로운 물질의 개발과 개선된 등으로 통하여 연구가 진행되어 왔다. 하지만, 태양전지를 개발하는데 있어서 많은 비용을 차지하는 것은 제조공정의 단순화가 우선일 것이다. 본 연구에서는 태양전지 제작하는 공정을 단순화 하고 그 공정 중에 생성되는 박막의 표면 분석에 대한 연구를 진행하였다. 낮추기 위하여 저가로 대량 생산이 가능하도록 다양한 물질과 공정이 개발되었지만, 변환 효율이 낮아 상용화에 큰 걸림돌이 되고 있다. 또한 변환 효율 향상을 위한 연구는 과거에는 변환 효율이 높은 물질을 찾기 위해 다양한 시도가 이루어졌으며, 현재는 물질 합성과 적층 구조 등을 이용하여 광흡수 대역을 넓혀 변환 효율을 높이는데 주력하고 있다.

1. 서 론

최근 심각한 환경오염 문제와 화석 에너지 고갈로 차세대 청정에너지 개발에 대한 중요성이 증대되고 있다. 그 중에서 태양전지는 공해가 적고, 자원이 무한적이며 반영구적인 수명을 가지고 있어 미래 에너지 문제를 해결할 수 있는 에너지원으로 기대되고 있다. 1956년에 고 순도 단결정 실리콘 제조 방법이 개발되어 Bell 연구소에서 최초로 4% 효율의 단결정실리콘 태양전지를 만들었고 1960년대 미국과 소

련이 우주개발 경쟁을 하면서 실리콘 태양전지는 인공위성의 전원 장치의 중요 핵심 소자로서 많은 연구가 이루어졌다. 그 후 다소 둔화되다가 1970년 에너지 위기에 직면하면서 미국 정부와 산업계에서 지상용 전력으로 본격적으로 도입이 시도되었으며, 1980년대에는 단결정 실리콘 태양전지 제조 기술의 급격한 발전으로 광 변환 효율이 20%에 이르렀다. 그 후 태양전지는 효율 향상과 대면적화, 대량생산화 되면서 생산 단가가 계속 낮아져 산업화에 성공하였다. 현재 태양전지 산업의 90%를 실리콘 태양

전지가 차지하고 있다. 하지만, 태양전지의 제조 단가 절감을 위한 공정 단순화와 변환 효율 향상 문제는 해결해할 문제로 남겨졌다.

본 연구에서는 이러한 태양전지의 공정을 단순화시키며, 공정 시에 만들어 지는 박막의 특성을 분석하는 연구를 진행 하였다.

2. 소자 제작 공정

Si PV cell은 변환효율에 비하여 제작공정의 비용이 높다. 이러한 제작공정에서 발생하는 고비용의 문제점은 PV cell 상용화에 큰 걸림돌이 되고 있다. Si PV cell의 제작 공정을 단순화 시키고 공정비용을 절감하기 위하여 공정의 순서와 공정 방법의 변화를 주어 제작하였다. [그림 1]은 본 연구에서 제작한 PV cell의 제작 공정을 보여 주고 있다. substrate는 4" (1 0 0) Si 기판을 사용하였으며, H₂SO₄와 H₂O₂를 4:1비율로 하여 360초 동안 클리닝 공정을 진행하였다. insulator로 이용 될 Oxide를 Dry furnace를 이용하여 100Å 증착하여 표면 이온 주입 시 damage를 줄일 수 있도록 하였으며 B을 2×E14 이온 주입하였다. Poly-Si 박막은 LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition)장비를 이용하여 증착하였다. Poly-Si는 1000Å 증착한 후, P를 2×E15 이온주입 하여 PIN 구조를 형성하였다. 웨이퍼의 앞면과 뒷면에 포토 공정을 하여 패터닝을 한 후 Cu electro plating을 진행하여 전극을 형성하였다. 형성된 전극이외의 부분을 제거하기 위하여 lift off 공정을 진행하여 패터닝 된 부분의 전극만이 남도록 하였다.

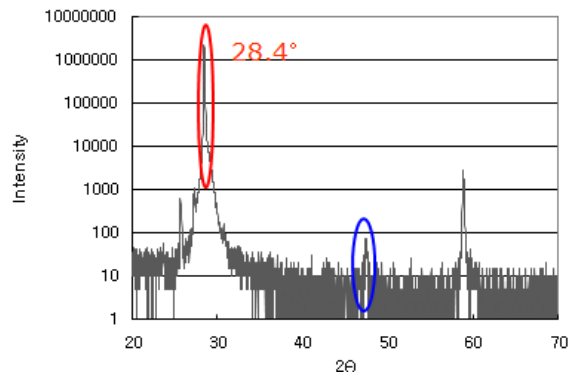
3. 표면 분석

소자의 표면특성을 알아보기 위하여 여러 측정 장비를 활용하여 측정을 하였다. [그림 2]는 Poly-Si 박막임을 확인하기 위하여 XRD 측정을 하였다. test wafer로 (1 1 1)Si 기판을 사용하여 2θ=28.4°에서 피크가 나타났으며, Poly-Si 박막의 피크인 2θ=48.5°에서 피크를 보이는 것으로 증착된 박막이 Poly-Si이라는 것을 확인하였다. [그림 3]은 박막의 AFM 측정 결과로서 Poly-Si 박막의 grain을 볼 수 있었으며, Poly-Si 잘 증착되었음을 직접 확인할 수 있다. [그림 4]는 SEM을 이용하여 증착된 Poly-Si 박막의 단면을 보여주고 있다. 단면의 측정

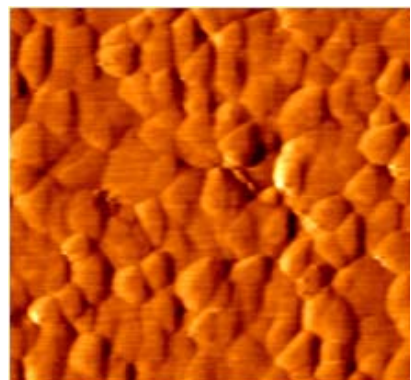
시 oxide와의 경계면을 명확히 확인하기 위하여 oxide 1000Å을 증착시킨 test wafer를 사용하였다. [그림 4]에서 볼 수 있듯이 Poly-Si 1000Å을 증착하여 N-type 영역을 만들었음을 볼 수 있다.



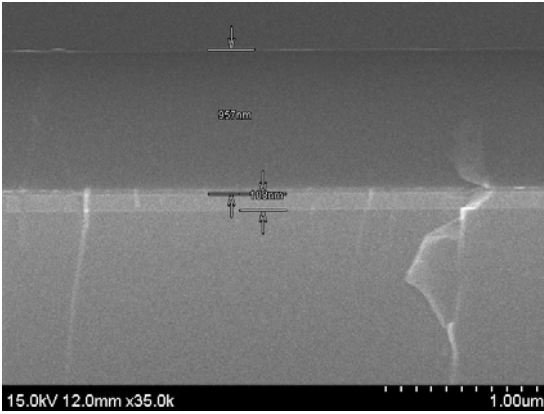
[그림 1] PV cell 제작 공정



[그림 2] Poly-Si 박막의 XRD 측정결과



[그림 3] Poly-Si 박막의 AFM 분석 결과



[그림 4] Poly-Si 박막의 SEM 이미지

Energy Materials & Solar Cells, Vol.90, pp. 3068-3077, 2006.

- [5] S.W. Glunz, A. Mette, M. Aleman, P. L. Richter, A. Filipovic, and G.Willeke, "New concepts for the front side metallization of silicon solar cells," in Proceedings of the 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference (EU PVSEC '06) pp.746,2006.

4. 결 론

태양에너지에 대한 관심이 집중되면서 태양전지에 대한 수요가 급증하였지만, 실리콘 태양전지 생산을 위한 해결해야할 문제로 기존 화석 에너지나 다른 재생에너지에 비해 발전 단가가 높은 문제로 인하여 보다 효율이 높고 대량생산에 적합한 태양전지가 필요하게 되었다. 그 동안 높은 제작 단가로 인하여 발생된 공정상의 어려움을 몇 가지 공정의 개선을 통하여 줄임으로서 PV cell의 제작 단가를 낮출수 있었으며, 소자의 표면을 분석하여 Poly-Si/SiO₂/Si의 구조를 갖는 PV cell이 만들어 졌음을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

- [1] Poruba A, Fejfar A, Remes Z, Springer J, Vanecek M, Kocka J, Meier J, Torres P and Shah A. "Optical absorption and light scattering in microcrystalline silicon thin films and solar cells", Journal of Applied Physics 88: 148-160, 2000.
- [2] A. Goetzberger, C. Hebling, "Photovoltaic materials, past, present, future", Solar Energy Matererials Solar Cells 62 1-19, 2000.
- [3] E. Maruyama et al., "Sanyo's Challenges to the Development of High-efficiency HIT Solar Cells and the Expansion of HIT Business", WCPEC-4 (Hawaii, 2006) pp. 1455-1460.
- [4] Masafumi Yamaguch, Tatsuya Takamoto, and Kenji Araki, "Super High-efficiency Mult-ijunction and Concentrator Solar Cells", Solar