

# 저가형 금속 전극이 적용된 양산형 결정질 실리콘 태양전지 특성 평가

최준영, 김범호, 이은주, 이수홍  
세종대학교 전략에너지 개발 사업단

## Investigation of low cost contact formation for crystalline Si solar cells

Jun-Young Choi, Bum-Ho Kim, Eun-Joo Lee, Soo-Hong Lee  
Strategic Energy Research Institute Engineer, Sejong Univ.

**Abstract :** 현재 양산용 태양전지 제조에 가장 널리 쓰이는 전극형성 기술인 Screen printing 기법은 진공 증착법과 무전해 도금에 의한 방법과 비교할 때 공정장비가 간단하고 자동화에 적합하여 70년대 이후로 널리 사용되어 왔다. 본 실험에서는 Screen printing 기법과 Porous Si를 이용한 양산형 실리콘 태양전지를 제작하여 그 특성을 평가하였으며 13.2%의 변환효율을 나타내었다.

**Key Words :** Screen printing, Texturing, Psi(porous silicon), Eff(efficiency)

### 1. 서 론

태양광에 의한 광기전력 효과로 형성된 전하들을 직접 전기에너지로 변환시키는 소자인 태양전지는 화석연료의 고갈과 공해문제로 인하여 최근 그 개발과 응용에 대한 관심이 점점 커지고 있다.

태양전지의 상용화와 보급에 대한 관심이 고조됨에 따라 저가의 태양전지 개발 공정에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 일환으로 태양전지의 제조 과정에서의 비용을 절감하기 위해서는 공정 단계를 축소시키거나 저가의 재료를 이용하고 보다 높은 생산성을 보장하는 것이 바람직하다.

본 실험에서는 저가의 전극형성 방법으로 반자동 Screen printing 장비를 이용하고 표면에 Texture 및 Porous Si(다공성 실리콘)구조를 적용하여 비교적 간단한 공정을 통한 실리콘 태양전지를 제작하였다.

평가방법으로는 제작한 Cell의 전기적인 특성을 측정하기 위하여 Solar simulator를 이용하고 Texture 구조 및 Porous Si를 적용한 표면의 반사율을 측정하였다.

### 2. 실험

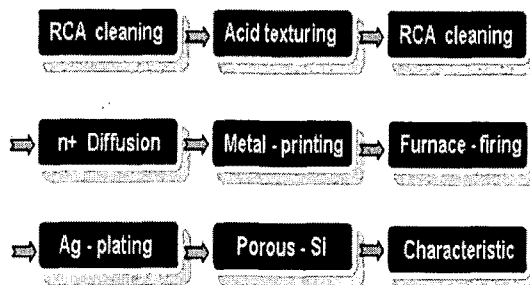


그림1. 공정 흐름도

실험은 그림1과 같이 진행하였다. 비저항 0.1~0.9 Ωcm의 단결정 CZ <100> wafer를 RCA cleaning을 하여 표면의 불순물을 제거 하고 표면 반사율을 낮추기 위하여 선행 연구에 의한 최적화된 조건으로 약 100℃로 가열된 DI : Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : NaHCO<sub>3</sub> = 80 : 20 : 1의 용액에 10min간 처리하여 Random pyramid를 형성하였다. 잔류 solution을 제거 하기 위하여 다시 RCA cleaning을 하고 Conventional tube furnace에서 POCl<sub>3</sub> (Phosphorus source)이용하여 n+ emitter층을 형성하였다. n형 doping층은 Screen printing 전극의 재료인 paste가 높은 저항을 가짐으로 contact저항을 낮추기 위하여 20Ω/sq로 비교적 고농도로 doping하였으며, 면 저항은 4 point probe를 이용하여 측정하였다.

이어지는 전후면 metallization은 개폐식 반자동

screen printing 장비를 이용하였으며 공정 조건 및 Co-firethrough 조건은 아래 표1과 같다.

	Ag front contact	Al back contact
paste model	Ferro 33-462	Ferro 53-100
squeeze shore	60 (yellow)	
mask to squeeze	15.5 mm	
mask to substrate	5.0 mm	
paste viscosity	1100~1400p	300~500p
paste $R_{sheet}$	45~80 $\Omega/sq$	-
printer speed	40 mm/sec	
printed thickness	20~30 $\mu m$	30~40 $\mu m$
mask mesh	200 mesh	400 mesh
mask thickness	56 $\mu m$	105 $\mu m$
Drying	275°C/30sec	
Co-firing	750°C/1min	

표1. Metallization process recipe

그 후 전면 반사율을 낮추기 위한 Psi 적용 시 firing된 paste내 함유된 glass frit이 porous solution의 HF에 녹아 전극이 손상되는 것을 방지하고 metal의 저항 성분을 최소화하기 위하여 Ag-electroplating을 적용해 전후면 전극을 capping하였다. 실제 선행 연구에 의하여 Ag로 전후면 전극을 도금하면 firing된 paste 표면의 void나 migration을 보완해주어 1%이상의 효율 증가를 보임을 확인하였다.

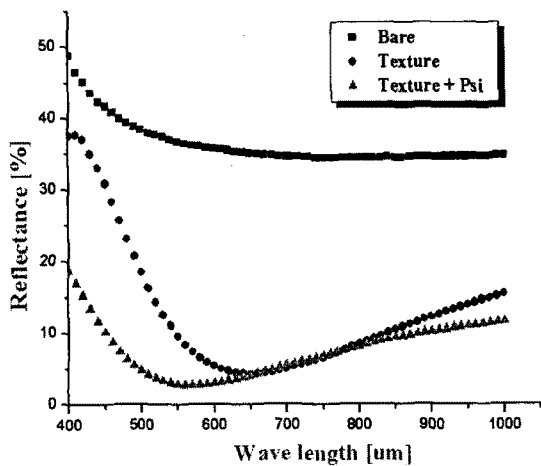


그림 2. Texture 및 Psi를 적용한 표면의 반사율

다공성의 표면 상태를 만들기 위한 porous Si공정은 선행 연구에 의해 최적화 된 조건으로 DI : C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH : HF = 1 : 2 : 1의 용액에 20mA의 전류를 가해 7sec동안 공정하여 표면의 반사율을 감소시켰으며 이는 그림2와 같은 측정 데이터로 그 효과를

확인하였다. Psi은 이 같은 반사 방지막의 기능 외에도 SiNx, SiO<sub>2</sub>같이 표면의 passivation효과 및 surface recombination 감소의 특성에도 탁월한 것으로 알려져 현재 많은 연구가 이루어지고 있다.

### 3. 결론

제작한 태양전지는 AM1.5 / 25°C의 조건에서 solar simulator를 이용하여 전지의 기본 parameter를 측정하였고 그 결과는 아래 그림3과 같다.

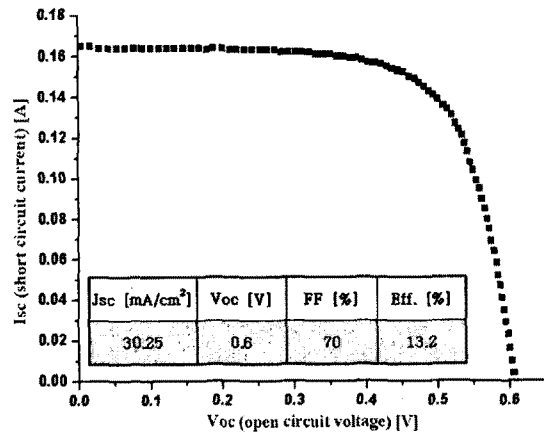


그림3. Cell characteristic

전지는 13.2%의 광변환 효율 나타내었으며 이는 양산 보급형 태양전지가 약 10~15%의 변환효율로 생산되고 있음을 감안할 때 반도체 생산 시에 폐기되는 단결정 wafer를 활용하고 각 세부 공정을 좀더 보완한다면 충분히 활용 가치가 있음을 알 수 있는 결과이다.

### 감사의 글

본 연구는 서울시 전략산업 혁신 클러스터 육성 지원 사업에 의해 수행 되었습니다.

### 참고 문헌

- [1] M.M. Hilali "A Review and Understanding of Screen-Printed Contacts and Selective-Emitter Formation", August 2004, NREL/CP-520-36747
- [2] Eun Joo, Lee "Investigation of anisotropic texturing for silicon solar cells with sodium carbonate solutions", June 2006, KIEEME