

전기화학적 공정의 실리콘 태양전지에 대한 응용

Application of electrochemical process to Si solar cells

이은경^{a*}, 김미성^a, 유인준^a, 임재홍^a, 이규환^a

^a한국기계연구원 부설 재료연구소 융합공정연구본부 (*E-mail:ekinekin1@kims.re.kr)

초 록: 실리콘 태양전지의 공정의 단순화와 효율을 극대화시키기 위하여 전기화학적 방법을 통하여 반사방지막 (Anti-Reflection layer)의 선택적 식각공정과 선택적 오믹 전극을 형성하였다. Anti-Reflection coating 층의 식각 공정은 종전의 사진공정을 이용하지 않는 전기-화학적 나노식각을 적용하여 보다 용이한 공정을 연구하였다. 또한 태양 전지의 효율을 증대시키기 위하여 전면에서 받은 빛 에너지로 발생된 전자가 전극부분에서 회로로 이동하기 위해 더욱 낮은 저항 값을 가지는 전극 구조가 필요하다. 이를 위해 Ni-P 박막을 형성 시킨 전극부분을 열처리함으로써 오믹 접합 특성을 향상시켜 접촉 저항을 현저히 낮출 수 있는 기술을 연구하였다.

1. 서론

태양전지의 발전과 가능성으로 이에 대한 관심과 수요가 급증하고 있다. 그 중에서도 시장 점유율이 가장 높은 실리콘 태양전지의 효율을 높이기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 태양전지의 효율을 극대화하기 위하여 여러 방법이 있으나 가장 중요시 사료되는 것은 1. 태양전지 웨이퍼 상부에 형성되는 전극의 면적의 최소화, 2. 오믹 접촉 저항의 최소화이다. 태양전지의 전극 형성 시 스크린 프린팅 법을 사용하는 SPSC(Screen Printed Solar Cell)는 일반적으로 제조하기 용이하지만 변환효율이 낮은 편이다. 한편, BCSC(Buried Contact Solar Cell)는 전극 면적과 오믹 접촉 저항을 극소화시키기 위하여 사진식각 공정이나, 레이저 공정 또는 기계적 연삭방법을 이용하여 변환 효율이 높지만 SPSC에 비해 제조원가가 높고 공정이 복잡하다. 따라서 본 연구는 반사율을 줄임으로써 투과율을 높이기 위해 형성되어있는 Anti-Reflection (AR) 층을 maskless 전기-화학적 나노식각 공정을 적용하여 BCSC의 종전의 공정보다 훨씬 저렴하고 용이한 태양전지의 식각공정에 대한 연구를 하였다. 또한, 태양전지의 효율을 높이기 위해 변환 효율이 높은 BCSC를 채택, 전극 부에 무전해로 도금된 Ni-P 박막을 이용하여 실리콘 태양전지의 고품위 오믹 접합을 형성하였다.

2. 본론

AR 층을 용이하고 저렴하게 제거하고 전극부를 형성하기 위한 방법으로 전기-화학적 식각 공정을 적용하였다. 인가 전압과 식각 속도에 따른 식각양상을 연구하기 위하여 전극과 웨이퍼사이의 간격을 일정하게 하여 전해용액, 인가 전압, 식각 속도에 따른 AR 층의 식각 폭을 측정하였다. 아래 사진은 인가전압에 따른 광학현미경 사진이다. 사진에서 알 수 있듯이 인가전압이 증가할수록 식각 폭이 증가하는 것을 알 수 있었다. 태양전지용 실리콘 웨이퍼에 무전해 도금법을 이용하여 Ni-P 박막을 형성하였다. 오믹 접합 저항은 c-TLM (circular transmission line meathod) 방법을 통하여 구하였다. 열처리에 따른 오믹 접합 저항 및 면 저항의 변화를 관찰하기 위하여 Ni-P 박막을 도금한 실리콘 웨이퍼를 각각 300, 500℃에서 10분간 열처리하였다. 아래 그림은 열처리에 따른 오믹 접합 저항을 나타낸 그래프로 500℃에서 열처리한 후 오믹 접합 저항이 $8.04 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$ 까지 감소됨을 알 수 있었다. 또한 4

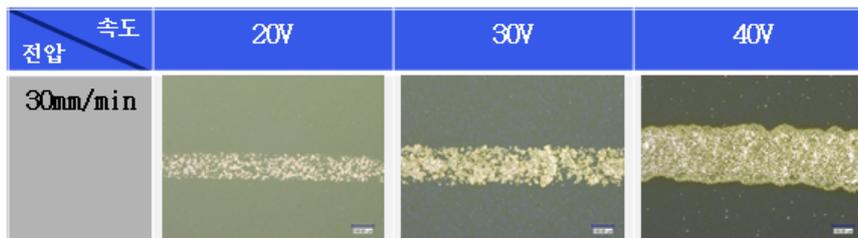


Fig. 1. The etched surface Optical microscope images by Spark Assisted Chemical Micro-Engraving on various voltage

point probe를 이용해 면저항을 측정한 결과, 오믹 접합 저항과 유사한 경향으로 감소되었다. 저항 강하 메커니즘을

밝히기 위해 GAXRD 와 XPS로 온도에 따른 물질의 결정화와 형성된 화합물의 종류를 파악하여 설명할 수 있었다.

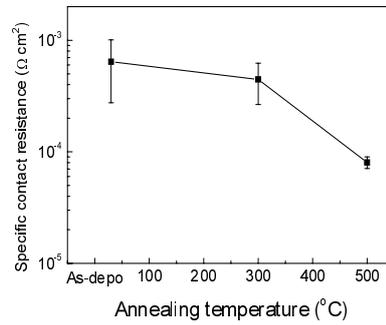


Fig. 2. The effect of heat treatment temperature on specific contact resistance

3. 결론

전기-화학적 습식 나노 식각 공정을 적용하여 인가전압과 식각 속도에 따른 식각 폭을 측정된 결과 인가 전압에 따른 식각 폭의 증가를 확인할 수 있었다. 또한, Ni-P 오믹 접합 층의 열처리에 대한 영향을 고찰하기 위하여 박막을 형성한 후 300°C와 500°C에서 10분간 열처리한 후, 면 저항과 접촉저항을 분석하였다. 그 결과, 열처리 온도가 증가할수록 면 저항과 접촉저항이 감소하는 것을 확인하였다.

참고문헌

1. Miles V. Sullivan, John H. Eigler, Journal of The Electrochemical Society, 104 (1957) 226-230.
2. Peeters, P., et al., Electrochimica Acta, 47 (2001) 161-169.