

## rf-magnetron sputter 증착기술을 이용한 태양전지용 p형 비정질 실리콘 박막의 특성분석

이성현<sup>1,2</sup>, 윤선진<sup>1,2</sup>, 김제하<sup>1</sup>, 임정욱<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>한국전자통신연구원, 차세대태양광연구본부, 박막태양광기술연구팀,  
대전시 유성구 가정로 138, 305-700

<sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교, 차세대소자공학과, 대전시 유성구 과학로 113, 305-333

실리콘 박막태양전지의 실리콘 박막은 sputter 증착기술에 비해 고가 공정인 CVD(Chemical Vapor Deposition) 증착법을 통한 연구가 대부분이었다. 본 연구에서는 저비용 공정인 sputter를 이용하여 p-i-n의 실리콘 박막 중 낮은 비저항과 높은 투과도를 갖는 p형 비정질 실리콘박막을 증착하고 그 특성을 살펴보았다. 본 실험에서는 rf-magnetron sputter 증착기술을 이용하여 보론(Boron)을 도핑한 p형 실리콘 타겟을 사용하였으며, 기판온도는 상온에서부터 250 °C까지의 비교적 저온에서 Na이 없는 유리 기판 위에 박막을 증착하여 실험하였다. 주요 공정 변수는 기판온도, rf-power, 두께로써 전기적 특성과 광학적 특성을 비교, 분석하였다. 위의 조건들을 변화시키면서 증착된 박막의 두께와 투과도는 각각  $\alpha$ -step과 UV-Vis spectrophotometer를 사용하여 측정했다. 또한, 투과도를 통하여 박막의 밴드갭 에너지를 얻었으며 0.4 mm 지름의 Al전극을 실리콘 박막위에 증착하여 I-V를 측정하고 비저항을 계산하였다. 그리고 박막의 결정성을 알아보기 위해 Raman spectrum을 분석했다. 실험에서 두께 변화(40-600 nm)에 따른 투과율의 차이는 박막의 밴드갭 에너지를 변화시키며 두께가 감소할수록 밴드갭 에너지가 1.31 eV에서 1.46 eV로 증가하는 경향을 보임을 관찰했다. 또한 모든 샘플들은 Raman spectrum 분석 결과를 통해 비정질 p형 실리콘 박막으로 밝혀졌다. 먼저, 350 W의 rf-power와 10 mTorr의 압력조건에서 온도변화(상온-250 °C)에 따른 각각 샘플들의 증착속도는 변화가 없었으나 온도가 높아짐에 따라 비저항이 증가함과 동시에 밴드갭에너지도 1.24 eV에서 1.37 eV까지 증가했다. 다음으로, 앞에서 얻어진 비저항이 낮은 온도조건인 상온에서 압력을 10 mTorr로 고정시키고 rf-power(150-350 W)를 변화시켜 실험을 진행했다. rf-power가 증가함에 따라 증착속도와 밴드갭에너지는 각각 0.92 Å/s에서 3.58 Å/s, 1.17 eV에서 1.31eV 로 증가하였으나 비저항은 감소하였다. 이 실험에서 350 W rf-power, 10 mTorr의 압력과 상온의 조건으로 증착한 박막이  $6.1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 비정질 실리콘으로서는 비교적 낮은 비저항을 얻었다. 이러한 높은 투과도와 낮은 비저항은 태양전지의 p층에 적용이 가능할 것으로 판단된다.