

## 결정질 실리콘 태양전지의 다층 반사방지막 특성 Characterization of multi-layer antireflection coating for crystalline silicon solar cells

주대현<sup>1\*</sup>, 양중우<sup>2</sup>, 성승기<sup>3</sup>, 천희곤<sup>4</sup>  
(1<sup>\*</sup>),(2),(4) 울산대학교, 재료공학과  
(3) 울산대학교, 물리학과

**초 록:** 반사방지막은 태양전지 셀 제작에 적용되고 있으며 효율을 향상시키기 위하여 SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>를 이용한 Multi-layer 반사방지막을 적용하였다. Multi-layer의 효과가 기존의 SiN 반사방지막에 비하여 광수집의 향상에 영향을 주었음을 알 수 있었다

### 1. 서론

현재 양산공정에서 쓰이고 있는 Silicon Nitride(SiN)이 가지는 한계점을 극복하고자 투과율이 높고 실리콘의 반사방지막으로써 각각 적절한 굴절률을 가진 Silicon Dioxide(SiO<sub>2</sub>), Titanium Dioxide(TiO<sub>2</sub>)박막을 5층으로 디자인하여 E-beam evaporation 장비를 이용하여 증착 Antireflection(AR) 효과를 극대화 시켰다 반사방지막의 성능을 비교하기 위하여 실제 양산공정에서 쓰이는 Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition(PECVD) 장비를 이용하여 SiN을 증착하였다.

### 2. 본론

일반적으로 넓은 영역대에서 저 반사율의 박막을 코팅하기 위해서 저 굴절률과 고 굴절률을 가진 2-3가지 물질을 선택하여 다층박막의 ARC 코팅을 한다. 넓은 영역대의 저 반사 코팅방법에는 크게 3가지 방법이 있다. 첫 번째로는 반사율이 W형태로 나타나는 W형 코팅이 있는데 이는 [air/ 저 굴절률 재료/ 고 굴절률 재료/ glass] 순서로 코팅하는 방법이다 두 번째로는  $\lambda/4/n - \lambda/2/n - \lambda/4/n$  ( $n$ : 굴절률)의 두께로 코팅을 하는 [air / 저 굴절률 재료 / 고 굴절률 재료 / 고 굴절률 재료 / 중 굴절률 재료 / glass] 순서로 코팅을 하는 방법이다. 세 번째는 본 실험에서 실시한 방법으로써 가장 진화된 방법으로 glass나 Quartz기판에서 반사율 1미만의 무반사 코팅이 가능하다 [air / 저 굴절률 재료/ 0.32 × 고 굴절률 재료, 0.26 × 고 굴절률 재료 / glass] 순서로 증착을 하고 본 실험에서는 glass 기판 대신 실리콘 기판을 이용하였고 실험을 정확성을 기하기 위해 광학 박막 프로그램인 Essential Macleod를 사용하여 multi layer층을 디자인 하였다.

막의 표면 거칠기를 측정하기 위하여 AFM을 사용하였고, 디자인한 5층 박막의 두께 균일성과 각각의 굴절률을 측정하기 위해 FE-SEM과 ellipsometer를 각각 이용하였다 그리고 SiN과 디자인한 Multi layer의 반사방지막의 성능을 측정하기 위하여 UV-Visible을 이용하여 반사율과 투과율을 측정하였다

본 실험에서는 가시광 전 영역대(400~800nm)에서 저 반사 혹은 무 반사 특성을 가지는 박막을 코팅을 하기 위해서 투과율이 높고 실리콘 보다는 굴절률이 낮은 재료 중에서 고 굴절률 재료로 TiO<sub>2</sub>를 저 굴절률 재료로 SiO<sub>2</sub>를 선택하여 multi layer를 디자인하고 E-beam evaporation 진공 증착 장비를 이용하여 증착하였다

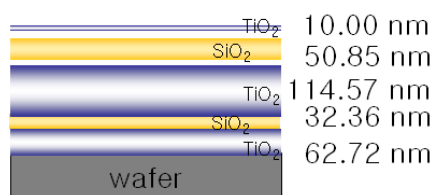


그림 1. 실리콘 기판위에 반사방지막의 최적화 두께

### 3. 결론

SiO<sub>2</sub>와 TiO<sub>2</sub>의 다층 박막으로 이루어진 반사방지막은 가시광 전 영역에서 1%정도의 반사율과 거의 96%이상의 투과율을 가질 뿐 아니라 SiN대비 투과율이 15%이상 향상 되었다 하지만 PECVD로 증착된 SiN박막에 비해서 Si과 ARC 사이의 결함이 상대적으로 많아 effective lifetime이 떨어지게 된다 향후 SiO<sub>2</sub>와 TiO<sub>2</sub>의 디자인을 약간 수정하고 수소화 처리로 인해 계면간 결함을 줄일 수 있게 된다면 더 나은 태양전지를 만드는 데 기여할 것으로 생각된다

### 참고문헌

- [1] H. K. Pulker, G. Paesold and E. Ritter, "Refractive indices of TiO<sub>2</sub> films produced by reactive evaporation of various titanium-oxygen phase", Appl. Opt. 23, pp.552-559, 1984
- [2] M. Lottiaux, C. Boulesteix, G. Nihoul, F. Vernier, F. Flory, R. Galindo and E. Pelletier, "Morphology and structure of TiO<sub>2</sub> thin layers vs. thickness and substrate temperature", Thin Solid Films 170, p.107, 1989