

H₂ plasma resistant Al-doped zinc oxide transparent conducting oxide for a-Si thin film solar cell application

유하나, 임용환, 이종호, 최범호*

한국생산기술연구원 호남권기술실용화본부

고효율 비정질 실리콘 박막 태양전지 제작을 위해서는 광과장대에서 optical confinement 능력을 최대화할 수 있는 기술이 필수적이다. 효율적인 photon trapping을 위해서는 back reflector를 사용하거나 전면전극인 투명전도성막의 표면에 요철을 형성하여 포획된 태양광의 내부 반사를 증가시키거나 전면 투명전극에서 반사를 감소시켜 태양광의 travel length를 증가시키는 방법이 일반적이며, 이를 통해 흡수층의 효율을 최대화할 수 있다. 이 중 전면전극으로 사용되는 투명전도성막은 불소가 도핑된 tin-oxide가 주로 사용되었으나, 최근 들어 Al이 도핑된 산화아연막을 이용한 비정질 실리콘 박막 태양전지 개발에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 투명전극 증착 후 표면의 유효면적을 증가시키기 위해 염산 용액을 이용하여 표면 텍스처링을 수행한다. 그 후 흡수층인 p-i-n 층을 플라즈마 화학기상증착법을 이용하여 형성하는 것이 일반적이다. 이때 표면처리 된 투명전극은 수소플라즈마에 대해 특성이 변하지 않아야 고효율 비정질 실리콘 박막 태양전지 제조에 적용될 수 있다. 본 연구에서는 표면처리 된 AZO 투명전극의 수소플라즈마에 의한 특성 변화에 대해 고찰하였다.

먼저 AZO 투명전극은 스퍼터링 공정을 적용하여 1 μm 두께로 증착하였고, 0.5 wt%의 HCl 용액을 이용하여 습식 식각을 수행하였다. 수소플라즈마 처리 조건은 H₂ flow rate 30 sccm, working pressure 20 mtorr, RF power 300 W, Temp 60 $^{\circ}\text{C}$ 이며 3분간 진행하였다. 표면형상은 수소플라즈마 전·후에는 큰 차이를 보이지 않았으며 AZO의 grain size는 각각 220 nm, 210 nm로 관찰되었다. 투명전극의 가장 중요한 특성인 가시광선 영역에서의 투과도는 수소플라즈마 처리 전에는 90 % 이상의 투과도를 보였으나, 수소플라즈마 처리 후에는 85 %로 약간 저하된 특성을 보였다. 그러나 이는 박막 태양전지용 전면전극으로 사용하기 위한 투과도인 80 % 이상을 만족하는 결과로, 비정질 박막 실리콘 태양전지 제작에 사용될 수 있다. 또 하나의 중요한 특성인 Haze factor 역시 수소플라즈마 처리 전·후 모두 10 이상의 값을 나타냈다. 하지만 고효율 실리콘 박막 태양전지에 적용하기 위해서는 Haze factor를 증가시키는 공정 개발에 대한 추가 연구가 필요하다.