

솔라셀용 uC-Si:H 박막 증착공정을 위한 플라즈마 소스에 대한 고찰 및 multi-hole hollow cathode CCP에 대한 연구

서상훈, 이현수, 이윤성, 장홍영¹

¹한국과학기술원 물리학과 저온 플라즈마 실험실

솔라셀은 차세대 대체 에너지 소스로 최근 큰 각광을 받고 있다. 솔라셀의 제조에 있어 가장 중요한 공정은 마이크로 결정질 및 비결정질 실리콘(uC-Si:H and a-Si:H) 박막을 증착하는 PECVD (Plasma Enhanced CVD)공정이다. 현재까지 이 증착공정을 위한 플라즈마 소스로 CCP (Capacitively Coupled Plasma)가 주로 사용되어 왔다. 그러나, CCP를 플라즈마 소스를 사용한 경우 솔라셀 대량 생산 적용시 다른 방법들에 비해 긴 공정 시간이 해결해야 할 문제점으로 대두되었다.

본 발표에서는 솔라셀의 대량 생산을 위한 마이크로 결정질 실리콘 박막 증착에 있어 현 시점에서 해결되어야 할 문제점에 대해 고찰해 보고자 한다. 현재까지 이러한 문제점들을 해결하기 위해 적용되어 왔던 플라즈마 소스들을 나열하고 이러한 플라즈마 소스에 대한 특성 및 문제점들을 고찰한다. 또한, PECVD 공정상의 문제점을 해결하기 위한 플라즈마 조건을 플라즈마 벌크에서의 전자에너지 분포를 기준으로 제시하고자 한다.

솔라셀용 결정질 실리콘 박막 증착용 플라즈마 소스로 hollow cathode 방전이 가장 유력시 되고 있다. 본 연구에서는 CCP 플라즈마에서 hollow cathode 방전시 발생하는 플라즈마 특성에 대한 기초 연구를 제시한다. 기초 연구를 위해 다양한 불활성 가스인 아르곤, 헬륨, 크립톤 가스에 13.56 MHz의 RF 파워를 인가하고 방전되는 플라즈마 밀도 변화를 관찰하였다. 특히, 다양한 hole diameter에서 발생하는 플라즈마 밀도의 변화를 기존 평면 CCP 플라즈마의 밀도에 비교하여 분석함으로써 hole diameter에 따른 효과를 관찰하였다. 이러한 결과는 PIC 시뮬레이션을 통해 얻은 전자에너지 분포함수를 바탕으로 메커니즘을 논의하고자 한다.

마지막으로 솔라셀용 PECVD공정을 위해 고밀도 플라즈마 소스의 필요성뿐 만 아니라 대면적 소스의 구현에 대한 문제점을 고찰하였다. 대면적 공정에서 가장 중요한 핵심 연구 이슈는 공정 균일도를 높이는 것이다. CCP 플라즈마 소스에서 전극의 크기가 대면적화 됨에 따라 발생하는 전자기파 효과에 의한 불균일도에 대해 RF 전자기장 시뮬레이션을 통해 확인하고, 균일도 확보를 위한 방안에 대한 논의하고자 한다.