

## RF 플라즈마를 이용한 실리콘 나노입자의 합성 및 태양전지 응용에 관한 연구

안치성<sup>1</sup>, 김광수<sup>2</sup>, 김태성<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 나노과학기술협동학부, <sup>2</sup>삼성전자(주), <sup>3</sup>성균관대학교 기계공학부

단분산 결정질 실리콘 나노입자 (<10 nm)는 양자점 효과로 인한 선택적 파장 흡수가 가능하므로 태양전지 분야에 응용 가능성이 크다. 특히 입경의 크기가 작아지면 부피대비 표면적이 넓어지기 때문에 태양빛 흡수 면적이 증가한다. 따라서 입자의 크기는 태양전지에서 효율을 결정하는 중요한 요소 중 하나이다. 이러한 이유에서 plasma arc synthesis, laser ablation, pyrolysis 그리고 PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 등이 실리콘 나노입자를 합성하는데 연구되어 왔으며, 특히 PECVD는 입자 생성과 동시에 균일한 증착이 이루어질 수 있기 때문에 태양전지 제작 시 공정 효율을 높일 수 있다. PECVD를 이용한 나노입자 합성에서 입경을 제어하는데 중요한 전구물질은 Ar과 SiH<sub>4</sub>가스이다. Ar 가스는 ICP (Inductively Coupled Plasma) 챔버 내부에 가해진 전력을 통해 가속됨으로써 분해되어 Ar plasma가 생성된다. 이는 공급되는 SiH<sub>4</sub>가스를 분해시켜 핵생성을 유도하고, 그 주위로 성장시킴으로써 실리콘 나노입자가 합성된다. 이때 중요한 변수 중 하나는 핵생성과 입자성장시간의 조절을 통한 입경제어이다. 또한 공급되는 가스의 유량은 입자가 생성될 때 필요한 화학적 구성비를 결정하므로 입경에 중요한 요소가 된다. 마지막으로 공정압력은 챔버내부의 plasma 구성 요소들의 평균 자유 행로를 결정하여 SiH<sub>4</sub>가 분해되어 입자가 생성되는 속도와 양을 제어한다. PECVD를 이용한 실리콘 나노입자 형성의 주요 변수는 RF pulse, 가스(Ar, SiH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>)의 유량, Plasma power, 공정압력 등이 있다. 본 연구에서는 RF (Radio Frequency) PECVD방법을 이용하여 실리콘 나노입자를 만드는데 필요한 여러 변수들을 제어함으로써 이에 따른 입경분포 차이를 연구하였다. 또한 SEM (Scanning Electron Microscopy)과 SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer)를 이용하여 각 변수에 따라 생성된 나노입자의 입경과 농도를 분석하였다. 이 중 plasma power에 따른 입경분포 측정 결과 600W에서 합성된 실리콘 나노입자가 상당히 단분산된 형태로 나타남을 확인할 수 있었고 향후 다른 변수의 제어, 특히 DC bias 전압과 열을 가함으로써 나노입자의 결정성을 확인하는 추가 연구를 통해 태양전지 제작에 응용할 수 있을 것으로 예상된다.

**Keywords:** RF 플라즈마, PECVD, 실리콘 나노입자, 양자점, 태양전지