

## PECVD를 이용한 실리콘 나노입자의 제조 및 포집

김광수<sup>1</sup>, 우대광<sup>1</sup>, 강윤희<sup>2</sup>, 김태성<sup>3</sup>

<sup>1</sup>성균관대 나노과학기술학부, <sup>2</sup>삼성 종합기술원, <sup>3</sup>성균관대 기계공학부&나노과학기술원

최근 저압 플라즈마에서 형성되는 나노입자는 두 가지 상반되는 관점에서 연구 대상이 되고 있다. 반도체 등 소자 제조를 위한 플라즈마 공정간 발생하는 나노입자가 그 하나이다. 이러한 나노입자는 박막 공정간 박막 특성에 크게 영향을 미치며, 'killer defects'로 불리고 있다. Killer defects는 소자 선폭의 절반 이상의 직경을 가질 때, 소자 성능 저하 또는 불량을 만들어 내며, 박막에 포함된 경우에는 박막 내 결함을 유발하는 경우가 많다. 따라서 최근 몇 년 전까지 저압 플라즈마에서 형성되는 나노입자에 대한 연구는 주로 이러한 입자 형성을 최소화하거나 회피하는 방향으로 이루어져 왔다. 그러나 나노에 대한 연구가 활성화되고 나노입자가 가지는 특성이 부각되면서 이를 소자 제조에 응용하고자 하는 연구가 최근 집중적으로 이루어지고 있다. 박막에 포함된 나노입자는 나노 플로팅 게이트 메모리, 고효율 박막형 태양 전지에 이용될 수 있는 가능성을 보여주었고, 나노입자를 바탕으로 소자 제조에 관한 연구가 이루어지면서 플라즈마 내 발생하는 나노입자를 이용하여 패터닝 등을 하고자 하는 연구가 국내외에서 이루어지고 있다.

플라즈마 내 발생하는 입자를 소자 등에 응용하기 위해서는 플라즈마 내에서 입자 생성 및 성장에 대한 연구를 기반으로 이를 효율적으로 포집, 사용할 수 있는 방법이 필요하다. 본 연구에서는 Ar 펄스 플라즈마에  $\text{SiH}_4$  가스를 주입, 실리콘 입자를 제조하였다. 플라즈마를 이용한 입자 제조시, 플라즈마의 특성상 입자와 함께 박막이 형성될 수 있다. 본 연구에서는 이를 회피하기 위하여 CVD 챔버 내에 그리드를 설치하여 입자 포집 영역에서 박막 형성을 원천적으로 차단하였고, 입자 포집 효율을 높이기 위하여 챔버 기판에 DC bias를 걸어 입자를 포집하였다.

생성된 입자는 펄스 시간에 따라서 다양한 크기(3~수백 nm)를 가지며, 그리드로 인해 입자 포집 영역에서 박막은 전혀 발생하지 않았다. DC-bias를 이용하여 입자의 포집 효율을 크게 높일 수 있었으며, 플라즈마에서 발생한 입자는 전자의 영향으로 인해 음전하를 띠어 응집이 되지 않는다는 기존 이론과 달리 DC-bias (-100~+100 V)를 변화시킨 결과 각각의 입자가 음과 양전하를 띠어 응집이 될 수 있으며 이에 따라 포집 효율이 달라지는 것을 확인할 수 있었다.