

가스 펄스를 이용한 플라즈마 내 나노입자 합성 및 크기 제어

김광수¹, 김태성^{1,2}

¹성균관대 성균나노과학기술원, ²성균대학교 기계공학부

플라즈마에서 발생하는 나노입자는 플라즈마 내 전기적 및 화학적 특징으로 인해 다른 입자 제조 공정과 달리 응집이 없는 균일한 입자를 제조할 수 있다. 플라즈마에서 발생하는 나노입자의 크기 제어를 위한 방법은 여러 가지가 있으나 본 연구에서는 ALD에 적용되는 가스 펄스를 이용하여 균일한 크기를 가지는 a-Si:H 나노입자를 합성하였다.

플라즈마 내에서 실리콘 분자간 결합은 수소 분자에 의해 차단되어 실리콘 필름 및 입자의 성장을 효과적으로 제어할 수 있다. 따라서 실리콘 입자가 성장하고 있는 플라즈마에 적정 시간동안 수소 가스를 주입시켜주면, 수소가 실리콘 입자의 성장을 차단하여 입자의 크기를 제어할 수 있다. 본 연구에서는 플라즈마는 13.56 MHz의 RF 파워를 가진 ICP (Inductively-coupled plasma)를 이용하였다. 수소 가스는 1초의 주기 동안 0.1초부터 0.9초까지 주입시켜 실험을 수행하여 수소 가스의 On-time에 따른 입자의 크기 변화 등에 대해 연구하였다. 합성된 입자는 SMSP (Scanning Mobility Particle Sizer), Image J 소프트웨어 및 전자 현미경을 이용하여 조성, 크기 등을 측정하였다.

그 결과, 합성된 입자는 모두 구형으로 균일한 크기를 가진 것을 확인할 수 있었으며, 수소 가스의 On-time이 증가할수록 입자의 크기가 감소하는 것을 확인하여 수소 분자가 효과적으로 실리콘 간 결합을 방해하는 것을 확인할 수 있었다. 특히 수소 가스의 On-time이 0.3 초 이상인 경우, 입자의 수 농도 증가에 따라 응집되는 입자가 발생하는 것을 알 수 있었다.

본 방법으로 제조되는 나노입자는 균일한 실리콘 입자가 필요한 3세대 태양전지, 리튬 이차전지의 전극 및 슈퍼 캐패시터 등 에너지 발생 및 저장 장치 뿐 만 아니라 메모리 및 패키징 등 다양한 분야에 적용될 수 있을 것으로 판단된다.