

저압공정 중 발생하는 나노입자의 실시간 측정장비에 관한 연구

나정길¹, 조대근², 최재봉¹, 김영진^{1,2}, 김태성^{1,2}

¹성균관대학교 기계공학부, ²성균관대학교 나노과학기술원

일반적으로 나노입자 제조기술 중 저압환경에서의 기상제조방법은 보다 균일하고 작은 크기의 입자의 제조에 용이하여 반도체 소자 및 새로운 특성을 갖는 나노입자가 포함된 박막제조 등의 연구에 널리 활용되고 있다. 이러한 나노입자 제조 및 응용기술의 연구를 위해서는 나노입자를 실시간으로 측정할 수 있는 장비가 필요하다. 상압에서는 이미 개발된 SMPS(Scanning Mobility Particle Sizer)를 통해 다방면에서 활발히 연구가 진행되고 있으나 저압에서는 아직 일반화된 장비가 없고 현재 보편적으로 사용되고 있는 Surface Scanner와 같은 경우는 실시간 측정이 불가능하고 측정 가능한 크기가 200nm 이상으로 제한된다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 저압환경에서 실시간으로 나노입자를 측정할 수 있는 PBMS(Particle Beam Mass Spectrometer)의 개발과 저압 플라즈마를 이용한 입자제조장비에서 발생하는 SiO₂ 입자 측정결과에 대해 논의하고자 한다. PBMS는 크게 입자를 포커싱하여 가속시키는 Aerodynamic Len, 약 100mtorr 이하의 진공챔버 내부에 입자를 하전시키는 Electron gun, 입자를 굴절시키는 Deflector로 구성되어 있다. 입자의 크기와 농도분포는 Deflector에 걸리는 전압을 Scanning 하여 입자가 가지는 하전량과 운동에너지의 비에 따라 각각의 경로를 갖으며 입사하는 입자 전류량을 측정하여 얻을 수 있다. PBMS의 성능을 테스트하기 위해 NaCl(50~100nm)과 PSL(>100nm)입자를 사용하였다. SMPS를 통해 +1가로 하전된 입자를 1lpm의 입자를 발생시켜 그 중 0.1 lpm을 PBMS 입구의 오리피스를 통해 분기하여 유입시켰다. 각각의 전류값을 비교하여 전송효율을 측정한 결과 입자의 크기에 따라 약 50~60%를 나타내었다. 또한 DMA(Differential Mobility Analyzer)에서 특정한 크기의 입자를 분극하여 PBMS로 측정하였으며 그 결과는 입자크기별 농도분포와 잘 일치함을 확인할 수 있었다. 실제 저압공정을 모사하기 위해 교내에 보유중인 MINIPLASMA-station(Plasmart사)을 사용하여 웨이퍼 위에 SiO₂ 입자를 크기별로 증착시켰다. 입자샘플링은 챔버와 배기라인에서 각각 수행하였으며 이를 PBMS로 측정하고 TEM 사진을 통해 확인한 결과 입자분포와 잘 일치하였다. 본 연구를 통해 PBMS는 저압(>100mtorr)환경에서의 입자의 크기(>50nm)와 농도(>20cm⁻³)분포를 측정하는데 매우 효과적인 장비임을 입증하였으며 향후 반도체 제조공정 중 오염입자 제어와 같은 상시감시분야에 널리 활용될 수 있을 것으로 판단된다.