

SEMPA제작을 위한 electron deflector 및 Spin rotator의 제작 및 성능평가
(Design and characteristics of the electron deflector and spin rotator for SEMPA)

박상훈, 박창준, 황찬용*
한국표준과학연구원

SEMPA의 제작에 있어 가장 핵심적인 part인 90 degree electron deflector와 Wien filter(spin rotator), electron lens system을 design을 하였다. Design한 system이 실제응용에 적합한지 알아보기 위해, Simion 7.0과 MEBS(Munro's electron beam software) 프로그램을 이용하여 electron optics의 조건에 따른 electron beam trajectory를 simulation하였다. 그 결과의 운동 에너지가 10 eV이하인 전자에 대해서는 시료표면에서 생성된 전자의 70% 이상을 Mott scattering target까지 보낼 수 있음을 보았다. Simulation 결과를 확인하기 위하여 design된 electrode parts를 제작하고 SEM에 장착시켜 electron optics의 조건에 따라 channeltron으로 입사되어 관측되는 전류 값을 측정하였다. Electron optics 가장 중요한 부분은 90 degree deflector이며, outer sphere, inner sphere electrode가 각각 300V, 930V일 때 최대 전류 값이 관측되었다. 이는 1 eV의 에너지를 가지는 이차전자의 simulation 결과 925 V에 가까운 값이다. 일반적으로 SEM에서 이차전자의 에너지에 따른 전자수의 분포는 10 eV 이하에 90% 이상이 집중되어 있으므로 관측 값과 비교하여 simulation에서 얻은 값은 실제 system에 잘 적용될 수 있다는 것을 보였다. SEM의 분해능을 결정하는 요인인 primary electron beam의 trajectory가 90 degree deflector를 삽입함에 따라 어느 정도 수차를 일으키게 되는가를 simulation을 통해 알아보았으며, 25 keV의 primary electron이 outer sphere의 1 mm 지름의 구멍을 지나 sample로 입사될 때, 그 위치에 따라서 sample 표면에서 최대 0.057 mm inner sphere electrode 방향으로 움직이게 되는 것을 보였다. 이러한 drift의 효과는 SEM image에 영향을 미쳐 image resolution을 나빠지게 하는 효과를 보였으나, imaging시에 SEM의 stigmator의 적절한 조절과 sample position 선정에 의해 향상된 image를 얻을 수 있었다. Normal SEM imaging에서 ~18 nm분해능을 갖는 상황에서 deflector를 통한 후에는 ~25 nm의 resolution을 갖게됨을 확인하였다. 또한 3차원 스핀 이미징에 필수적인 spin-rotator를 제작하고 이들의 특성을 연구하였다.