

Scanning Tunneling Microscopy를 이용한 Si(111)-7x7 표면의 초기 산화와 식각 연구

하정숙, 박강호, 박성주, 이일항
한국전자통신연구소 기초기술연구부

매우 얇은 실리콘 산화막의 질을 향상시키기 위해서는 실리콘의 초기산화 과정을 원자 수준에서 이해하는 것이 필수적이다. 따라서, 원자해상력을 갖는 scanning tunneling microscope(STM)을 이용하여 Si(111) 표면의 온도를 상온에서 600°C 까지 변화시키고, 산소의 압력을 1.0×10^{-9} 에서 1.0×10^{-7} torr까지 변화시키며 표면 구조를 조사하므로써, 초기 산화상태를 체계적으로 이해하고자 하였다. 상온에서, Si(111)-7x7 표면에 소량의 산소를 흡착시킨 후의 STM 상은 표면에 두가지 다른 결합 형태를 갖는 산소들이 존재함을 보여주었다. 즉 산소와 반응하지 않은 Si보다 밝게 보이는 원자들과 더 어둡게 보이는 원자들이 관찰되었다. 이중 많은 양을 차지하는 어두운 부분들은 표면에 흡착되는 산소량을 증가시킴에 따라 증가하였는데, 특히 이런 형태의 산소는 Si(111)-7x7 표면의 unit cell 중 faulted half에 있는 adatom 위치에 선택적으로 흡착하는 것이 관찰되었다. 상온에서의 결과와는 매우 대조적으로, 온도를 500 °C 이상으로 올리면서 같은 양의 산소를 흡착시킬 경우에는 이러한 산소 흡착에 의한 어두운 부분들의 양이 급격히 감소함을 알 수 있었는데, 이는 표면에 매우 적은 양의 산소가 존재하고 있음을 시사한다. 대신에, 표면에는 수십 Å 크기의 구멍들이 관찰되었다. 높은 온도에서 관찰된 이러한 결과는 산소에 의한 표면식각에 의해 설명될 수 있다. 본 실험에서 사용된 것과 같은 매우 낮은 압력의 산소를 흡착시킬 경우에는 SiO의 탈착 속도가 충분히 빠르므로 표면에 흡착되는 산소는 결국 SiO 형태로 탈착하게 되어 표면은 산소가 별로 남아 있지 않은 식각된 형태로 남게 된다. 본 논문에서는 원자 해상력을 갖는 STM 상들로 부터 Si(111)-7x7 표면의 산화와 식각 메커니즘에 관하여 논의하고자 한다.