[V-17]

Cs^+ 이온 반응성 산란에 의한 Si(111)-7x7 표면에서의 산소 흡착 연구

김기역, 강헌
포항공과대학교 화학과

Si 산화는 반도체 공정상 필요한 과정으로 산업적으로나 학문적으로 중요하고 많이 연구되었다. 이중에서 Si(111)-7x7표면에서 초기 흡착된 산소는 준안정적 상태로 존재하며 표면온도, 산소의 노출량 그리고 진공도에 따라 그 수명이 제한된다. 이러한 준안정적 상태의 산소의 화학적 성질은 여러 표면분석장비가 동원되어 연구되었으나 아직까지 논쟁이 되고 있다. 이 경우 산소가 어떤 상태로 존재하는가는 표면화학종을 검출함으로서 해결될 수 있다. 저에너지 Cs^+ 이온 반응성 산란은 이러한 요구를 충족시킬 수 있는 가장 적합한 실험 방법중의 하나이다. 저에너지 Cs^+ 이온 산란의 특징 중의 하나는 입사된 Cs^+ 이온이 표면에 흡착된 화학종과 충돌후 탈착되면서 반응을 하여 송이 이온을 형성한다는 것이다.[1] 이 송이 이온을 관측함으로서 표면에 존재하는 화학종을 알아 낼 수 있다. 이에 산소가 흡착된 Si(111)-7x7 표면에서의 산소의 준안정적 상태가 저에너지 Cs^+ 이온 산란 실험을 통하여 연구되었다.

실험은 0.2 - 2 L(1 Langmuir = 10^{-6} Torr x 1 sec) 산소 노출량과 -150 °C - 25 °C의 표면 온도 그리고 5 eV - 300 eV 사이의 Cs^+ 이온 충돌에너지에서 수행되었다.

5 eV - 20 eV의 Cs^+ 이온 충돌에너지에서 $CsSiO^+$ 이온이 유일한 생산물로서 검출되었다. $CsSiO^+$ 이온은 입사된 Cs^+ 이온과 표면에 존재하는 SiO 분자가 충돌 후 반응하여 탈착된 것으로 생각된다. 이것은 낮은 산소 노출량 즉, 초기 산화 단계에서 SiO가 표면에 존재한다는 것을 의미한다. 즉, 산소 분자는 산화 단계의 초기에 해리되어 표면에 흡착되고 선구물질인 SiO를 형성함을 제시한다. 최근의 이론적 계산인 density functional calculation에서도 산소분자가 Si(111)-7x7 표면의 준안정적 산화상태의 선구물질일 가능성을 배제한다.[2] 이는 본 저에너지 Cs^+ 이온 반응성 산란실험을 뒷받침하는 계산 결과이다.

높은 Cs^+ 이온 충돌에너지에서 $CsSi^+$, Si^+, SiO^+, Si_2^+, Si_2O^+ 등이 추가로 검출되었다. 이는 $CsSi^+$ 이온을 제외하고 수 keV의 충돌에너지를 사용하는 이차 이온 질량 분석법과 비슷한 결과이다.

(1) M. C. Yang, C. H. Hwang, and H. Kang, J. Chem. Phys. 107, 2611 (1997).
(2) S. H. Lee and M. H. Kang, Phys. Rev. Lett. 82, 968 (1999).