

CAICISS 장치를 이용한 Au/Si(100)의 초기 성장과정에 관한 연구

이재철¹, 정철성¹, 강희재¹, 문대원²¹충북대학교 물리학과²표준과학연구원 표면분석연구실

저에너지 이온산란 분광법(ISS)은 입사입자가 대부분 표면층의 원자와 상호작용을 하기 때문에 LEED, STM등과 함께 표면층의 원자구조를 연구하는데 매우 유용한 장치로 알려져 있다. 기존의 ISS 장치에서는 입사이온이 고체표면의 입자와 충돌후에 산란이온의 대부분이 중성화되기 때문에 검출효율이 떨어지는 문제와 다중산란에 의한 data 해석상의 어려운점이 있다. 따라서 이 문제를 해결하기 위하여 산란각이 180° 인 동축형 직접충돌 이온산란 분광 장치(CAICISS)를 제작하였다. 이 장치는 검출기를 일차이온선의 방향과 동일축선상(산란각 180°)에 위치하여 TOF방법으로 직접충돌에 의해서 산란된 중성입자와 이온을 동시에 검출할 수 있도록 하였다. 그러므로 입사입자가 충돌후에 중성화되어 검출 효율이 떨어지는 문제와 다중산란 때문에 생기는 어려움없이 쉽게 data를 해석할 수 있다. 본 실험에서는 제작된 CAICISS 장치를 이용하여 박막성장의 초기과정을 연구하고자 하였다. 이를 위하여 가장 널리 쓰이면서도 아직까지 표면구조가 정확히 밝혀져있지 않은 Si(100)의 표면구조를 밝혀내고, 깨끗한 Si(100) 표면위에 Au를 submonolayer에서 수 layer 까지 증착해가면서 표면구조가 바뀌어가는 과정을 알아보았다.

본 연구에서는 Si의 구조분석을 위하여 5keV He⁺ 이온을, Au 증착 실험에서는 3.8keV He⁺ 이온을 각각 일차이온빔으로 사용하였다. 실험을 수행하는 동안 진공용기는 5×10⁻¹⁰ Torr 이하의 초고진공을 유지하였다. Si(100)의 깨끗한 표면을 얻기 위하여 Aceton으로 세척한 후에 진공용기에 설치하여 직접가열 방법으로 약 1150°C 까지 반복가열 하였다. 입사이온을 [011] 방향을 따라 극각(polar angle)을 변화시켜가면서 Si 표면으로 부터 산란된 입자의 신호세기의 변화를 측정하였다. Au는 텅스텐 로에 넣고 가열하여 증착하였으며 증착 시간에 따른 산란입자의 신호세기의 변화를 측정하여 증착조건을 정하였다.

Si(100) 표면에서 얻어진 극각의 변화에 따른 신호세기의 변화를 보면, 극각이 표면과 수직일 때와 71°, 55°, 35°, 25° 에서 minimum 이 나타나고 있다. 이는 Si(100)표면을 [011]을 따라 이온을 입사했을 때 표면원자에 의한 shadowing 효과 때문에 생기는 현상으로 이로부터 Si(100)의 표면구조에 관한 정보를 얻을 수 있다. 이 결과와 전산시능에서 얻어진 결과를 비교하여 재구성된 Si(100)의 표면구조 모형을 밝혀냈다. 또한 깨끗한 Si(100) 표면위에 Au를 증착할 때, Au의 coverage가 submonolayer 이하일 경우에는 Si의 신호세기가 일정한 구조를 유지하는 형태로 나타나다가 입사이온의 각도가 Si 표면에 glancing으로 접근해가면 서서히 감소하는 반면 Au의 신호세기가 증가하다가 임계각(critical angle $\alpha_c = 8^\circ$)에서 급격히 감소하였다. 이로부터 증착된 Au의 원자간 거리를 구하였다. 또한 이때의 Si의 신호세기 변화와 깨끗한 표면에서 얻은 결과를 비교하여 Si(100) 표면이 깨끗한 표면일 때 재구성되어 있다가 Au를 submonolayer 정도 증착하면 (1×1) 구조로 환원된다는 사실을 밝혀냈다. 한편 Au의 coverage가 증가하면 Si의 신호세기 변화는 사라지는 반면 Au의 신호세기 변화가 일정한 형태를 가지고 나타나는 것을 관찰하였다.