

Al(111) 표면 위에 성장시킨 Ag 초박막의 성장 구조

김상현, 박종윤, 서지근*, 민항기**, 변대현**, 김재성***

성균관대학교 물리학과

* 초당대학교 교양학과

** 홍익대학교 물리학과

*** 숙명여자대학교 물리학과

한 물질의 결정 위에 다른 물질은 성장시키는 heteroepitaxy의 경우, 토대 물질과 흡착물질의 물리적 차이는 다양한 형태의 성장 구조를 만들고 있다. 이러한 차이 중에서 두 물질의 크기 차이에 의한 strain은 성장 형태에 큰 영향을 주는 요인으로 알려져 있다. 본 연구에서 고려하는 계인 Al(111) 표면 위에 Ag를 성장시키는 계는 Ag와 Al이 덩어리 상태에서 같은 fcc결정 구조를 갖고 있고, 비슷한 원자적 크기를 갖고있어 원자적 크기 차이에 의한 strain이 없는 성장계로 예측되며, strain에 의한 영향이 성장구조에 미치는 영향이 거의 없는 계에 대한 연구의 좋은 보기가 될 수 있다는 점에서 관심을 갖게 한다.

초박막 성장에서 일반적인 실험 조건은 박막이 평형상태에서 도달하지 못한 상태에서 이루어진다. 따라서 동역학적인 요인이 성장 형태를 결정하는 데에 중요한 역할을 하며, 성장은 DLA(diffusion limited aggression) 모델에 따르는 step-edge barrier와 표면확산률과의 관계에 의해서 층별 성장인가 아니면 3D 성장인가가 결정된다. 그리고 heteroepitaxy의 경우, 원자차이에 의한 strain이 이 step-edge barrier를 경감시켜, 층별 성장이 이루어지는 예가 보고되고 있다. Ag/Al(111) 계와 같이 두 물질의 원자 크기, 표면 근방의 구조가 거의 동일하여 strain이 없는 이 경우는 동역학적인 측면에서 볼 때 Ag(111) 면 위에 Ag를 성장시키는 homoepitaxy와 매우 유사하다고 볼 수 있다.

실험은 기초 압력이 3×10^{-11} torr인 UHV 챔버에서 행해졌고, 스퍼터링과 열처리에 의해 청결화된 Al(111) 표면 위에 열증발에 의한 방법으로 Ag를 증착시켰다. 증착 두께는 AES를 통하여 계산하였고, 구조는 LEED를 통하여 보았다. 깨끗한 Al(111) 표면에 대한 LEED 실험 결과는 표면 근방의 층간 간격의 수축 팽창이 2% 미만인 덩어리 Al과 거의 동일한 구조를 갖고있는 표면임이 확인되었고, 이 결과는 기존의 실험결과와도 잘 일치한다. 그러나 Al(111) 표면 위에 Ag를 성장시키면 LEED beam 세기에 있어서 큰 변화가 나타난다. Al(111) 표면에서 큰 세기로 보였던 빔은 0.1 ML이하의 Ag coverage에 대해서도 완전히 사라지는 것을 볼 수 있었고, Ag가 거의 2-3 ML 두께로 성장될 때까지는 빔은 보이지 않고 배경만 밝아지는 것을 볼 수 있었다. 이후 성장 두께가 더욱 증가하면 빔은 서서히 나타나고 성장 두께가 증가함에 따라 빔의 세기가 계속 증가하는 경향을 보이고 있었다. 두껍게 성장된 Ag/Al(111) 계에 대한 I/V 분석 결과로부터 덩어리 Ag와 동일한 구조를 보이는 Ag가 표면에 성장되었음을 확인할 수 있었다. 작은 coverage의 Ag 흡착에 대해서 LEED 패턴이 사라지는 이러한 결과는 Ag의 흡착이 Al(111) 표면까지 무질서하게 만드는 경향을 의미하며, 예상과 크게 벗어나는 결과이다. 이 것은 Al의 표면에너지가 Ag에 비해 낮다는 점을 고려한 표면 합금화를 고려해도 설명할 수 없는 결과로, 성장이 동역학적인 요인을 넘어선 전자구조적 성질에 기인한 성장 형태임을 예견하고 있다. 표면 거칠기 또는 cluster 크기 등 정확한 성장 구조 파악을 위해 HRLEED, STM 실험등이 요구되고 있으며, 전자구조적 성장의 가능성을 확인하기 위한 first principles 계산이 필요할 것이다.