

[V-21]

비대칭적 표면 위의 초미세 박막의 미시적 성장 구조

서지근*, 신영호**, 김재성**, 민항기

*초당대학교 교양학과, **숙명여자대학교 물리학과, 홍익대학교 물리학과

fcc(110) 표면이나 bcc(110) 표면과 같이 2-fold 대칭성을 갖는 표면 위에 초미세 박막을 성장시킬 경우 토대표면의 두 방향에 대한 비 대칭성으로 흡착물이 비대칭적인 cluster 형태로 성장되는 것이 보고되고 있다. 최근 STM에 의한 Pd(110) 표면 위어나 Si(100) 또는 W(110) 표면 위에 성장실험은 흡착물이 길게 늘어선 한 줄 형태의 성장 또는 가로 세로가 비대칭적인 cluster 형태로 성장되는 것을 보고하고 있고, 이러한 특정 형태의 성장의 원인으로 흡착 원자의 방향에 따른 분산 속도의 비 대칭성, 인접 원자와의 비대칭적인 상호작용, 또는 cluster 경계 방향의 분산 속도 등을 들고 있다. 그러나 아직 대부분의 물질계에 대해 흡착 원자의 분산 속도 또는 분산 장벽에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 원하는 원자 단위 구조물 제작을 위해서는 흡착물의 분산속도에 대한 이해가 필수적이며, 본 연구는 KMC 시뮬레이션과 실험 결과를 비교하는 방법을 통하여 위치와 조건에 따른 각각의 분산 속도를 구하고자하는 시도이다. 특히 비대칭적 토대 위에서의 나타나는 다양한 형태의 미시적 성장구조에 관심을 가지며, 연구 방법으로는 KMC 시뮬레이션을 이용한다.

미시적 성장 양식은 분산 장벽 형태에 의해 크게 결정된다. 분산장벽 중에서 성장에 비교적 큰 영향을 미치는 것으로는 테라스 위의 원자가 이동할 때의 분산장벽인 E_d , 계단 끝에 부착된 원자가 분리될 때의 장벽인 E_p , 그리고 위 테라스에서 계단 아래로 떨어져 내려갈 때 만나는 Schwoebel 장벽들이 있다. 먼저 대칭적인 fcc(100) 표면 위에서의 성장 구조를 정리해보면 분산 장벽에 따라 다양한 미시적 성장형태를 볼 수 있었다. 다층 성장의 경우도 그 양식은 sub-ML 성장과 동일한 형태를 가지므로 sub-ML 성장 구조로 전체 성장 양식을 예견할 수 있다. 일반적인 경향은 E_p 가 커질수록 fractal 성장 형태가 되며, E_d 가 적을수록 cluster 밀도가 작아지나, 같은 E_d+E_p 에 대해서는 동일한 크기의 팔 넓이(수평 수직 방향 cluster 두께)를 가진다. 따라서 실험으로부터 얻은 cluster의 팔 넓이로부터 E_d+E_p 값을 결정할 수 있고, cluster 밀도와 fractal 차원으로부터 각각 E_d 와 E_p 값을 분리하여 얻을 수 있다. 또한 다층 성장에 대한 거칠기(roughness) 값으로부터 E_s 값도 구할 수 있다.

양방향 대칭성을 갖지 않은 fcc(110) 표면과 같은 경우, 형태는 다양하지만 동일한 방법으로 추정 가능하다. (110) 표면의 경우 nearest neighbor 원자가 한 축으로 형성되고 따라서 이 축과 이것과 수직인 축에 대한 상호작용이나 분산 장벽 모두가 비대칭적이다. 따라서 분산 장벽도 x-축, y-축 방향에 따라 분리하여 E_{dx} , E_{dy} , E_{px} , E_{py} 등과 같이 방향에 따라 다르게 고려해야한다. 이러한 비대칭적인 분산 장벽을 고려하여 KMC 시뮬레이션을 수행하면 수평축과 수직축의 분산 장벽의 비에 따라 cluster의 두께 비가 달라지는 성장을 볼 수 있었고, 한 축 방향으로의 팔 넓이는 fcc(100) 표면의 경우 동일한 E_d+E_p 값에 대응하는 팔 넓이와 거의 동일한 결과가 나타나는 것을 볼 수 있다. 따라서 이러한 비대칭적인 모양을 가지는 성장의 경우도 cluster 밀도, cluster 모양, cluster의 양 축 방향 길이 비, 양 축 방향의 평균 팔 넓이로부터 각 축 방향의 분산 장벽을 얻어낼 수 있을 것으로 보인다.