

(S-01)

Electronic structures of Ga induced incommensurate- and commensurate overlayers on Si(111)

유권재, 김유권, 안종열, 염한웅
연세대학교 원자선 원자막 연구단

Si(111) 표면에 Ga이 흡착 되었을 때 Ga의 양과 기판의 가열온도에 따라 다양하고 흥미로운 표면 구조들이 형성되는데, 예를 들면 6.3x6.3-Ga (약 0.7 ML)⁽¹⁾ 과 이번 연구에서 새롭게 밝혀진 1x1-Ga (약 1 ML) 이다. 또한 최근에는 잘 배열된 Ga 나노 클러스터들이 형성되는 것이 알려지며 세계적으로 연구관심을 끌고 있는 추세이다. 특히 6.3x6.3-Ga 표면은 아주 특이한 incommensurate overlayer 구조를 형성 하고 있는데 이것은 비 간섭적인(incoherent) 두개의 표면 격자가 계면을 이룬 것으로 이에 따른 umklapp 밴드⁽²⁾등과 같은 특이한 전자구조가 최근 연구의 관심사 이다.

본 연구에서 우리는 Si(111)에 Ga 흡착에 의한 표면들의 밴드구조를 고분해능 각도분해 광전자 분광 (ARPES) 으로 자세히 측정 분석 하였다. 6.3x6.3-Ga 구조의 표면 밴드는 아주 큰 에너지 분산을 보인 반면 1x1-Ga 표면의 밴드는 작은 에너지 분산을 보였다. 두 표면 밴드 모두 절연성질을 나타내고 있고, 1x1-Ga 표면 밴드의 저점이 6.3x6.3-Ga 밴드 보다 페르미 준위 쪽으로 약 0.7 eV 만큼 위에서 관측 되었다. 우리가 관측한 6.3x6.3- 과 1x1-Ga의 표면 밴드의 근원은 모두 T4 구조 모델을 바탕으로 설명되는데 즉 3개의 외곽 전자를 가진 Ga들이 Si(111) 표면에서 두 번째 층에 있는 실리콘 원자를 치환 하는 것이다. 따라서 우리가 관측한 표면 밴드는 Ga-Si의 결합 (back bonds)에서 기인하는 것으로 생각 할 수 있다. 특이한 것은 incommensurate 한 표면들에서 나타나 는 umklapp 산란에 의한 밴드들이 6.3x6.3-Ga 에서는 관측 되지 않았는데 이는 표면구조가 전자적으로 안정한 절연성을 띠고 있기 때문이라고 생각 된다.

[참고문헌]

1. J. Zegenhagen, et.al., "Monolayer growth and structure of Ga on Si(111)." Phys. Rev. B 38, 7885 (1988).
2. N, Neff, et.al, "High-resolution photoemission study of the discommensurate (5.55x5.55) Cu/Si(111) layer." Phys. Rev. B 64, 235415 (2001).