

Mg/Si(113)系の 再구조에 대한 RHEED 연구<sup>1)</sup>

양청환, 황찬국, 안기석, 김정선, 박래준, 이주봉, 박종윤  
 성균관대학교 물리학과

1. 서론

1970년 Si(113)표면에서 p(3×1) 재구조가 발견된 이래 깨끗한 Si(113)표면의 재구조와 금속/Si(113)계의 재구조에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 아직까지 이 Si(113) 재구조들을 체계적으로 해석해줄 기본 모델이 제시되지 못하고 있다. 본 연구에서는 Si(113)3×2 표면 위에 Mg을 吸着시켰을 때 표면구조의 변화를 RHEED(Reflection High Energy Electron Diffraction : 반사 高 에너지 전자 회절)를 이용하여 관측하였다.

2. 실험 방법

본 실험은 3차원 試料 조정기, Mg 증발기, RHEED 장치 등과 시료로써 Shiraki 방법<sup>2)</sup>에 의하여 화학적으로 蝕刻, 豫備 酸化(preoxidation)시킨 鏡面 n형 Si(113)基板(3.5×25×0.35mm)을 UHV(Ultra High Vacuum)용기 내에 裝着한 후에 기본 진공도로 약 2.5×10<sup>-10</sup> Torr까지 배기 한 후 실험하였다.

시료는 通電 가열 방식으로 약 700 °C까지 서서히 열 처리한 후 약 1200 °C로 수 차례 순간 가열하여 선명한 3×2 RHEED pattern을 얻을 수 있었다. 시료의 온도 측정에는 광학 고온계를 이용하였다.

Mg의 증착은 PBN(Pyro Boron Nitride)으로 가공한 筒 형태의 도가니에 Mg 조각들을 넣고 tungsten 필라멘트를 감아 전류를 흘려 가열하는 방법을 사용하였으며 시료와의 거리는 약 5 cm였다. 흡착량은 증착 시간을 변화시킴으로써 조절하였다. Mg 증착시의 진공도는 약 7×10<sup>-10</sup> Torr 이하를 유지시켰다.

3. 실험 결과

실험1 : 실온에서 Mg 증착량별 표면구조 변화

1200 °C까지 열처리된 Si(113) 표면은 실온에서 3×2 구조를 나타냈는데 室溫(room temperature)에서 이 시료에 Mg 을 증착시킨 경우 증착량의 증가에 따라 3×2 구조가 3×1 구조를 거쳐 약 5 분 후에는 1×1 구조로 변화하였다. 5 분 이상 증착시킨 경우에는 1×1 구조가 희미해졌다.

증착 시간	약 1 분	약 3 분	약 5 분	약 8 분
표면구조	3×2	3×1	1×1	희미한 1×1

실험2 : 열처리 온도별 냉각 후 표면구조 변화

실온에서 약 8분 동안 Mg를 증착시켜 형성된 희미한 1×1 구조를 열처리(thermal annealing : 설 담금)하여 실온으로 냉각시켰을 때의 구조는 열처리 온도의 증가에 따라 보다 선명한 1×1, 3×1, 3×2의 순서로 변화하였으며 마지막 3×2 구조는 600 °C 이상의 열처리 온도에도 더 이상의 변화가 없었다.

열처리 온도	실온~약 350 ℃	약 400 ℃	약 500 ℃
냉각 후 구조	1×1	3×1	3×2

### 실험3 : 시료 온도별 Mg 증착 시 냉각 후 표면구조 변화

1200 ℃까지 열처리하여 얻은 Si(113)3×2 표면을 200 ℃ 이상 가열하며 온도별로 Mg를 약 5 분 증착시켜 실온으로 냉각시켰을 때의 구조는 증착 중 기판 온도의 증가에 따라 1×1, c(2×4), 3×1, 3×2의 순서로 변하여 실험2의 경우와는 달리 약 300~400 ℃에서 c(2×4) 구조가 나타났다.

시 료 온 도	약 200~250 ℃	약 300~400 ℃	약 450 ℃	약 500 ℃
냉각 후 구조	1×1	c(2×4)	3×1	3×2

## 4. 결론

실온에서 Si(113) 기판의 표면이 깨끗한 경우에는 3×2 구조가 가장 안정된 구조이나 이 표면에 Mg이 흡착되었을 경우에는 흡착량이 증가함에 따라 3×2 구조보다는 3×1 구조가, 3×1 구조보다는 1×1 구조가 더 안정적인 구조인 것으로 보인다. 실온에서 약 8분 동안 Mg를 증착시켜 형성된 희미한 1×1 구조를 열처리(thermal annealing : 열 담금)하여 실온으로 냉각시켰을 때의 구조는 열처리 온도의 증가에 따라 보다 선명한 1×1, 3×1, 3×2의 순서로 변하였다. Si(113)3×2 표면을 200 ℃ 이상 가열하며 온도별로 Mg를 약 5 분 증착시켜 실온으로 냉각시켰을 때의 구조는 기판 온도의 증가에 따라 1×1, c(2×4), 3×1 구조가 관측되었다.

### 참고문헌

- 1 楊 清 煥, 석사학위 논문(성균관대 1996)
- 2 A. Ishizaka and Y. Shiraki, J. Elec. Soc. **33(4)**, 666(1986).