

### [III~29]

## RHEED를 이용한 In/Si(111)표면에서의 구조변화 및 탈착에너지 조사

장은지, 이의완, 곽호원, 권영건, 이충화, 윤영준

경북대학교 물리학과

### 1.서론

RHEED(Reflection High Energy Electron Diffraction)를 이용한 표면조사의 연구는 양질의 전자소자를 제조하기 위해 많이 행해져왔다. Si(111)기판 위에 In원자층의 성장에 대한 연구는 Si 기판 위의 금속 증착층의 형성에 대한 기본지식을 줄 수 있다는 점에서 중요한 연구과제 중의 하나이며, Si표면에서 In원자층의 에너지학에 대해서 아는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 Si(111)-7×7구조의 청정표면 위에 In증착시 증착량과 온도에 따른 RHEED의 상변화도(Phase diagram)을 구하고, 증착 후 등온열이탈 과정(isothermal desorption process)을 온도에 따라 관측하여  $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 구조에서의 이탈에너지(desorption energy)를 구하고자 한다.

### 2.실험방법

본 실험은  $2 \times 10^{-9}$  torr이하의 초고진공(UHV) chamber 내에서 수행하였고, Si기판에 직류전류를 인가하여 발생하는 Joule열에 의해 기판을 가열할 수 있고 전류를 조절함으로써 온도를 제어하고 온도는 Optical pyrometer를 사용하여 결정하였다. 실험에서 사용한 시료는 비저항 1~2Ω cm이고 P(Phosphorus)가 doping된 n-type Si(111)기판이고 5N(99.999%)의 순도를 가진 In을 사용하였다. In의 증착은 열증착(thermal evaporation) 방법으로 하였으며 두께 측정은 수정진동자의 주파수 변화로 알 수 있다.

In증착시 표면구조는 RHEED를 이용하였으며, AES를 이용한 In/Si(111)기판에서의 표면에서의 잔류량을 온도별로 등온 열이탈시킨 Sample에 대해서 그 변화를 조사하였다.

### 3.결과 및 고찰

본 실험에서는 증착율을 0.1ML/min로 하여 가열된 기판 위에 In을 증착시켰다. In은 약 1ML정도까지 layer성장하다가 그 이상 수ML가 쌓일 경우 Island epitaxial성장을 하게 된다. 그 이유는 In자체에 응집력이 매우 강하기 때문이다. 이 경우 1ML이상에서는 polycrystalline island의 Debye-sherrer ring을 관찰할 수 있었고, 10ML이상에서는 monocrystalline island를 보이게 된다. 이런 특성을 가지고 표면구조의 변화를 관찰하여 Phase Diagram을 작성할 수 있다.

각 온도대별 증착량에 따라 약 1ML이하에서 7×7구조에서  $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 구조,  $\sqrt{31} \times \sqrt{31}$ 구조,

4×1구조, 1×1구조의 다양한 구조변화를 일으킨다. 또한 에너지적으로 안정된  $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$  구조에서의 증착을 시도하였을때 2×2구조와  $\sqrt{7}\times\sqrt{3}$ 구조가 연속적으로 나타남을 알 수 있었다.

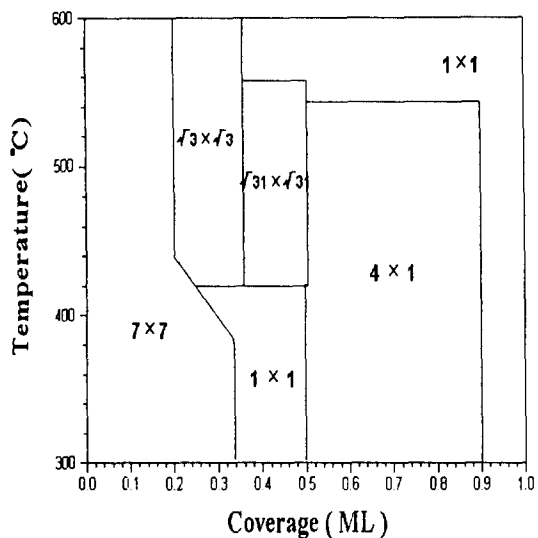


그림. Surface phase diagram for In on Si(111)

In의 탈착과정은 가장 안정된  $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ 의 탈착에너지를 구하기 위해 1/3ML 증착시킨 In/Si(111)기판을 등온열이탈시키며 남은 In잔류량을 AES를 통해서 peak to peak height의 점진적 변화를 알아내어 이탈율을 구하였다. 또한 이탈율과 온도의 역수관계에서 실리콘 표면에서 In의 이탈에너지를 구하였다.

#### 4. 결론

III B족 원소인 In은 적은 증착량에서 다른 원소들과는 달리 다양한 표면구조를 가지고 있다. 300~420°C에서 간단하게 7×7, 4×1, 1×1구조를, 450~550°C에서 7×7,  $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ ,  $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ , 4×1, 1×1의 구조를 나타내었다. 에너지적으로 안정된  $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ 구조에서도 계속적으로 2×2,  $\sqrt{7}\times\sqrt{3}$ 의 초격자 구조를 나타내었으며 1ML 이상에서는 island성장을 하여 더 이상 초격자구조를 관찰할 수 없었다. 이로써 In은 Si(111)표면에서 S-K 성장하는 금속이다 In/Si(111)에서의 에너지학적 조사를 위해 각 온도에서 이탈율(R)을 구하고 온도 역수(1/T)와의 관계를 Arrhenious plot을 취하면 이탈에너지  $E_d = 2.6627\text{eV}$ 임을 알아낼 수 있다.