

## C11

### C-V 방법에 의한 밴드불연속 측정분석시 농도불일치 효과 (Effect of the Nonuniformly Doped Heterojunctions on Band Offset Determination by C-V Profiling Technique)

충남대학교 : 김도진

서론 : 이종접합구조 소자의 특성을 일차적으로 결정하는 것은 접합계면의 밴드불연속 (band offset) 이다. 밴드불연속을 측정하는 방법 중에는 Kroemer[1]가 제안한 C-V 측정법을 이용한 것이 있는데 반도체 가공 과정에서 in-situ로 측정할 수 있는 장점 등으로 최근 널리 사용되어 왔다. 이 방법으로는 밴드불연속 뿐 아니라 charge balance에 의해 이종접합계면에 존재하는 interface state의 농도를 구할 수 있다. 그런데 C-V 방법에 의해 측정된 밴드불연속은 interface state 농도가 작고, 불순물의 에너지준위 (donor binding energy)가 깊지 않은 경우에 타당하다. 이들에 관한 이론적 연구가 Leu & Forrest[2], 'tHooft & Colak[3]에 의해 논의된 바 있다. 예컨대 GaAs/Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 구조에서 Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 층의 Si은 DX center를 형성하며 불순물에너지준위가 크다. 이러한 경우 단순한 C-V 방법으로 산출한 밴드불연속치는 실제와 다르다. 이들의 영향을 동시에 고려한 이론 결과를 필자는 발표한 바 있다.[4]

연구방법 : 시뮬레이션 이론 연구로 자세한 내용은 발표된 바 있다.[4]

연구결과 : GaAs/Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 이종접합 구조를 MBE 방법으로 성장시킬 경우 한개의 Si 셀을 사용하게 되면 Al 조성에 따라 두 층에 도핑되는 Si 불순물의 농도가 다르게 된다. Al의 조성이 30 % 일 경우 Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As 층의 농도는 GaAs 층의 농도의 약 70 %가 된다. 즉 이종접합 구조를 형성하는 두 층의 농도가 다르게 된다. 이 경우 C-V 방법으로 측정된 밴드불연속은 크게 다르지 않으나, 동시에 측정되는 interface state density는 실제와 다르다. 일반적으로 두 층의 농도 차이가 클수록 결보기 interface state는 증가하였다. 밴드갭이 큰 층(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As)의 농도가 밴드갭이 작은 층의 농도보다 낮을 경우 donor형 state로 나타났고, 반대의 경우 acceptor형 state가 나타났다. 두 층의 농도 차의 증가에 따라 전자의 경우에 비해 후자의 경우 acceptor형 state의 농도는 크게 증가하지 않았다. 또, normal 구조 (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As-on-GaAs)와 inverted 구조 (GaAs-on-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As)에서의 양상도 다소 차이가 있었다. 본 결과와 기존의 연구 결과로부터 C-V 방법으로 측정된 interface state density는 실제의 값과 차이가 있으며, 그 해석에 주의를 요한다.

참고문헌 :

1. H. Kroemer, W. Chien, J.S. Harris, and D.D. Edwal, Appl. Phys. Lett. 36, 295(1980).
2. L.Y. Leu and S.R. Forrest, J. Appl. Phys. 64, 5030(1988).
3. G.W. 'tHooft and S. Colak, Appl. Phys. Lett. 48, 1525(1986).
4. D.J. Kim, J.Y. Khang, and A. Madhukar, Kor. Phys. Soc. 23, 397(1990).