

## 초고진공 전자공명 화학기상증착법을 이용한 SiGe/Si 초격자 구조의 성장

주 성재, 윤 의준

서울대학교 재료공학부 및 반도체공동연구소

SiGe 은 4 족 원소인 Si 과 Ge 으로 bandgap engineering 을 가능하게 해주므로 최근에 이르러 학문적, 실용적 차원에서 집중적인 연구가 진행되고 있다. 특히, 매우 얇은 Si 과 SiGe 단결정박막을 교대로 성장시켜서 인위적인 주기를 만들어주면 보통의 박막상태에서 얻을 수 없는 특이한 전기적·광학적 성질을 갖도록 할 수 있으며, 격자불일치 응력(misfit strain)이 적절히 안배된 Si/Ge 단주기 초격자 (short-period superlattice) 구조에서 zone folding 효과에 의해 pseudo-direct bandgap 을 얻을 수 있다는 사실이 이론적으로 예측되어 있다[1]. 이와 같은 잠재력을 충분히 활용하기 위해서는 격자이완을 억제하기 위해 저온에서 고품질의 SiGe 및 Si 단결정박막을 성장시킬 수 있는 성장방법을 확립하는 것이 매우 중요하다. 또한 초격자 구조의 물성은 이종접합계면(heterointerface)의 특성에 의해 크게 좌우되므로, 화학적 조성이 급격하게 바뀌고 매끈한 계면을 격자이완이 일어나지 않도록 얻을 수 있는지가 검증되어야 한다.

본 연구에서는 초고진공 전자공명 화학기상증착법(Ultrahigh Vacuum Electron Cyclotron Resonance Chemical Vapor Deposition : UHV-ECRCVD)을 이용하여 다양한 두께와 조성을 가지는 SiGe/Si 초격자 구조를 성장시킨 후, 투과전자현미경 및 고분해능 X 선 회절법(High-Resolution X-Ray Diffractometry : HRXRD)을 이용하여 구조분석을 실시하였다. 성장시 기판온도는 510°C 로 고정하였으며, remote ECR 수소플라즈마로 SiH<sub>4</sub> 과 GeH<sub>4</sub> 을 분해하여 성장을 진행하였다. Fig. 1 은 초격자 구조의 단면을 투과전자현미경으로 관찰한 사진이다. 두께의 균일성이 매우 우수하며, 격자이완이 전혀 일어나지 않은 우수한 구조적 성질을 갖고 있음을 알 수 있다. 저온에서 성장이 이루어지므로 interface undulation 도 전혀 관찰되지 않았다. Fig. 1 의 초격자에 대하여 HRXRD 분석을 행하여 rocking curve 를 얻은 후 simulation 과 비교한 결과는 Fig. 2 와 같다. 실험 결과와 simulation 이 완벽한 일치를 보여주고 있으며, simulation 을 통하여 초격자의 1 주기가 Si<sub>0.833</sub>Ge<sub>0.167</sub> 67nm/Si 16.5nm 로 이루어져 있음을 알았다. simulation 을 시행할 때 계면에서의 Ge 조성의 급격하게 바뀐다고 가정하여 Fig. 2 와 같이 좋은 결과를 얻었으므로, 성장을 끝낸 직후 계면에서의 상호확산(interdiffusion)이 거의 없는 급격한 계면을 얻을 수 있음도 확인하였다. 한편, Triple Axis X-Ray Diffractometer(TAD)를 사용하여 얻은 Grazing Incidence Reflectivity (GIR) 분석에서 reflectivity 가 (2θ)<sup>4</sup>에 비례함을 확인하였으며, 이로부터 거칠기가 거의 없는 매끈한 계면을 얻을 수 있음을 알 수 있었다[2].

### 참고문헌

- [1] E. Kasper and F. Schaffler, Group IV compounds, in *Semiconductors and Semimetals*, Ed. T.P. Pearsall (Academic Press 1991), Vol.33, pp 223-309.
- [2] L.G. Parrat, Phys. Rev., Vol.95, pp359 (1954)

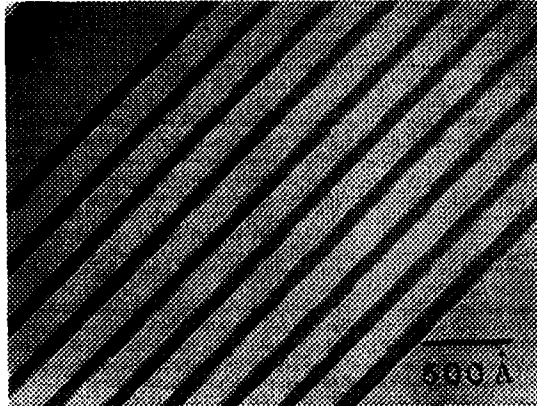


Fig. 1 XTEM micrograph of a 10-period Si 165 Å / Si / 67 Å Si<sub>0.838</sub>Ge<sub>0.162</sub> MQWs grown by UHV-ECRCVD.

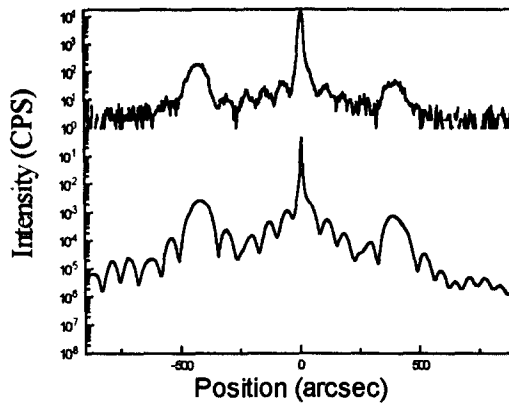


Fig. 2 A high resolution X-ray rocking curve showing the thickness uniformity of the layers and the interface abruptness. A simulated rocking curve is shown below for comparison.