

The effect of C incorporation pathway in SiGeC intermediate layer assisted SiGe layer relaxation

김현우, 신진욱, 윤의준*

서울대학교 재료공학부 반도체 에피 성장 연구실

Si기판위에 성장시킨 SiGe와 SiGeC 이중접합구조는 소자응용에 대한 가능성과 Si기반의 기술과의 호환성 때문에 각광받고 있다. 특히 Si기판 위에 성장된 SiGeC 에피층은 SiGe기반의 기술에 비하여, 격자상수 조절과 band gap 조절이 용이하고, SiGe층 사이에 SiGeC중간층을 사용할 경우에 SiGe의 격자 이완률을 높일 수 있기 때문에 현재에도 많은 관심을 받고 있다. 하지만, 고품질의 SiGeC의 에피층을 성장시키는 데에는 많은 문제가 있다. 특히 Si에서의 C의 낮은 고용도는 SiGeC층에서 결함의 형성의 원인이 된다. C는 치환형 자리에 인입되는 것으로 알려져 있지만, 높은 C의 양에서는 C이 치환형 자리와 침입형 자리 양쪽으로 모두 인입이 되는 경향이 있기 때문이다. SiGeC에서의 치환형 C의 양은 성장온도의 감소와 C 소스 가스의 압력이 증가함에 따라 증가한다고 보고되고 있다. 그러나, SiGeC의 성장기구나 에피성장에서의 C인입이 격자이완에 미치는 영향은 여전히 명확하지 않다.

이에 본 연구팀은 침입형 C를 가진, 그리고 갖지 않은 fully strained SiGe/SiGeC/SiGe/Si 이중접합구조를 초고진공 화학기상증착법(Ultra High Vacuum Chemical Vapor Deposition, UHV-CVD)에 의해 성장시켰으며, 이후에 RTA(Rapid Thermal Annealing)에 의해 격자이완을 시켰다. 그 결과 두 샘플 모두 단일 SiGe 박막을 RTA에 의해 격자이완 시켰을 때 보다 높은 격자이완율을 보였다. 침입형 C를 가진 경우, 약 65%정도의 격자 이완율을 보였으며 침입형 C이 없는 경우 60%정도의 격자 이완율을 얻을 수 있었다. 침입형 C의 유무에 따른 격자 이완율의 차이가 5% 정도로 비교적 작은 것으로 보아 SiGeC층에서 C의 치환되는 정도가 상부의 SiGe 격자이완에 대한 주된 이유가 아니라는 사실을 알 수 있었다. 그러나 AFM 측정 결과 샘플 표면의 crosshatch 패턴의 높이와 밀도의 차이를 확인 할 수 있었고, 따라서 SiGeC층에서 C의 치환성을 조절함으로써 최적화된 SiGe의 격자이완이 가능할 것임을 알 수 있었다.