

**MBE 방법으로 증착된  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  박막의 응력완화**  
**(The Strain Relaxation of  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  thinfilm deposited using**  
**Molecular Beam Epitaxy)**

한국과학기술원 : 임정욱, 강상원, 천성순

한국전자통신연구소 : 윤선진

MBE (Molecular Beam Epitaxy) 방법에 의해 증착된  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ 을 이용한 고속소자들이 현재 활발히 연구가 진행중인데  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$  구조는 Ge과 Si 원자 사이에 4%의 격자 불일치가 존재해서 Ge의 조성을 높이고 박막을 임계두께 이상 성장시키면 응력의 완화가 발생하여 전위들이 계면에서부터 성장하게 되면서 격자상수의 변화를 가져오므로,  $\text{Si}_{1-x/2}\text{Ge}_{x/2}$  정도의 완충층(buffer layer)을 성장시켜 응력을 완화시킨다. 완충층은 기판에서 전달될 수 있는 결함을 줄일 뿐 아니라 표면까지 결함이 전달되지 않도록 하며 충분히 응력완화를 시키는 역할을한다.

본 연구에서는 초고진공의 MBE 방법을 이용하여 기판의 성장온도와 그 후의 후속 열처리, 기판의 bias 유무 등을 변화시키면서 응력이 완화되는 양상을 살펴보았는데, DXRD(Double crystal X-ray diffraction)를 이용하여 격자상수의 변화와 결정성 및 전위 조직을 예상하였고, 4 point probe를 이용하여 비저항의 변화를 살펴보고 SEM과 TEM을 이용하여 미세 조직을 관찰하였다.

실험 조건은 19%의 Ge 조성을 선택하여 고정시키고 두께는 임계두께에 최대한 가깝게 접근시키면서 응력완화가 일어나지 않는 두께로 기판에 bias가 없는 경우 1800 Å, 기판에 bias를 걸어 준 경우는 650 Å으로 고정시켜서 성장하였다.

기판의 성장온도에 따라서는 온도가 높아짐에 따라서 응력이 완화되는 양상을 보였지만, 고온에서는 완충층내에 결함 전파 정도가 커서 사용이 부적절 하였으며, 열처리 온도에 따라서도 비슷한 결론을 얻었다. 기판의 bias 유무에 따라서는 각각의 열처리 후에 응력이완을 나타내는 격자상수의 변화 양상에 차이를 보임을 관찰할 수 있었다.

이러한 정량적인 분석을 통하여 실제 열처리 시에 나타나는 응력완화의 양상과 결함의 전파 정도를 예측하였는데, 765°C의 성장온도와 950°C의 열처리 온도에서 응력완화가 급격히 이루어졌고 박막 표면의 편평도도 떨어졌다. 기판에 bias를 가한 경우 충분히 열처리를 해주어야 응력이 완화됨을 관찰할 수 있었다.