

이온 채널링-각주사 분석기법을 이용한 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ 박막의 스트레인 측정
(Strain measurement of $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ thin film
by ion channeling-angular scanning analysis)

이상환, 김 상기, 조 정익, 김 동구
한국전자통신연구소, 반도체연구단

$\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ 등 이종 접합을 이용한 차세대 고속, 고주파 소자의 개발을 위하여 지금까지 많은 연구가 진행되어 왔으며 앞으로도 이러한 연구는 계속될 것이다. $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ heteroepitaxy 분야에서 주 관심 대상 중의 하나는 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ 계면에서의 Ge의 interdiffusion 과 스트레인의 이완 정도이다. 고성능의 이종 접합 소자를 구현하기 위해서는 이들 소자 내의 이종 접합 계면이 원자단위 차원에서 이상적으로 급준하여야 하며 이들 계면에 스트레인이 존재 할 경우에 이 스트레인이 이완되지 않은 채 pseudomorphic 구조를 유지해야 한다. 이러한 관점에서 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ 계면에서 스트레인의 이완 정도를 측정하는 것은 중요한 작업이다.

이온채널링 (ion channeling) 및 각주사 (angular scanning) 분석은 이온빔을 이용한 단결정의 결정성 분석 수단 중의 하나로서 RBS (Rutherford backscattering spectroscopy) 분석과 마찬가지로 정량적인 분석 수단으로서 크다란 잇점을 갖고 있다. 각주사 분석은 조준된 이온빔을 결정체의 특정 결정 방향을 따라 주사 시킬 때 얻어지는 후방산란 수율의 변화부터 결정축 혹은 결정 방향간에 존재하는 미세한 각도의 변화를 측정할 수 있다.

본 연구에서는 (100) 실리콘 웨이퍼 위에 MBE 장치로 500°C 에서 성장된 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ 시료에 대하여 스트레인을 측정하였다. RBS 및 이온채널링 분석에는 1 MV의 pelletron tandem 가속기로 얻어진 2.236 MeV의 4He^{++} 이온이 사용되었다. RBS 분석결과 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 층의 두께는 70 nm 이고, Ge의 조성비는 0.2 이었다. 이온채널링 - 각주사 분석을 통하여 Si 기판과 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 층의 $\langle 100 \rangle$ 에서 $\langle 101 \rangle$ 결정 방향간의 각도차이는 0.36° 로 측정되었다. 이 값으로부터 $e^1 = -7.0 \times 10^{-3}$ 및 $e^2 = 5.51 \times 10^{-3}$ 의 수평 및 수직 스트레인값을 각각 얻을 수 있었으며, 이 값은 평형상태의 수평 스트레인 값으로부터 약 15% 이완된 것임을 알 수 있었다. 동일한 시료에 대한 쌍결정 x-선회절 분석에 의해서는 약 23%의 이완율이 얻어졌다.