

## HR-XRD로 측정된 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 에피 박막의 조성 및 두께 결과 신뢰성 검증

하민수, 최민기, 이태권, 박윤백, 이순영

하이닉스 반도체(주) 연구소 분석개발팀

반도체 Device가 고 집적화됨에 따라 캐리어의 이동도를 향상시키기 위해  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  에피 박막을 이용한 Strained Si Device에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.[1] 이러한  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  에피 박막을 적용하여 우수한 특성의 소자를 제조하기 위해서는  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  에피 박막의 구조 특성과 물성에 대한 정확한 평가가 요구되고 있으며 다양한 방법이 시도되고 있다. High-Resolution X-Ray Diffraction(HR-XRD)는 단층 및 다층으로 이루어진 에피 박막의 조성, 두께, 격자 변형, 격자 상수, 변형을 등의 구조 특성을 평가할 수 있는 분석법으로 측정이 용이하고, 비 파괴 분석이라는 장점을 가지고 있다.[2,3] 본 연구에서는 HR-XRD를 이용하여  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  에피 박막의 strain, Ge 조성 및 두께를 분석하고 다른 분석 장비와의 비교를 통하여 신뢰성을 검증하였다.

$\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  에피 박막은 Si(100) substrate 위에 Ge 조성과 두께를 변화시키면서 Chemical Vapor Deposition(CVD)방법으로 증착하였다. Si-Sub와  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  에피 박막간 Relaxation은 asymmetric planes (511)의 Reciprocal Space Map(RSM) 분석으로,  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  에피 박막에서의 Ge 조성과 두께는 Symmetric plane (400)의 Rocking curve를 측정한 후 simulation으로 각각 평가하였다. HR-XRD로 측정된  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  에피 박막의 조성은 Rutherford Backscattering Spectrometry(RBS) 분석으로 인증된 표준 시편을 이용하여 정량화된 Auger Electron Spectroscopy(AES) 및 X-Ray Fluorescent spectrometry(XRF) 분석 결과와 비교하였고,  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  에피 박막의 두께는 Transmission Electron Microscopy(TEM) 및 X-Ray Reflectivity(XRR) 분석 결과와 비교하였다.

Ge 조성 및 두께 변화에 관계없이  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  은 Fully strain 되었음을 확인하였고 Ge 조성은 HR-XRD와 AES 및 XRF 결과 간 4.9% 이내, 두께는 HR-XRD와 XRR 및 TEM 결과 간 4.1% 이내의 오차로, 신뢰성이 우수한 결과를 얻었다.

### [참고문헌]

- [1] S. Takagi, T. Tezuka, T. Irisawa, S. Nakaharai, T. Numata, K. Usuda, N. Sugiyama, M. Shichijo, R. Nakane and S. Sugahara, Solid-State Electronics, (2007)526-536 [2] S.J.Barker, R.S.Williams, C.P.A.Mulcahy, M.J.Steer, M.Hopkinson, M.J.Ashwin, R.C.Newman, P.N. Stavrinou, G.Parry, T.S.Jones, Thin Solid Films 515(2007) 4430-4434
- [3] Stefan Zollner, Jill Hildreth, Ran Liu, P.Zaumseil, M.Weidner, B.Tillack, J.Appl.Phys. 88(2000)4102-4108