

스핀주입 향상을 위한 GaAs(110)동중에피성장에서 발생한 두께 의존성을 갖는 표창결함에 관한 연구

신재균^{1*}, 장준연¹, 안재평², 김형준¹

¹한국과학기술연구원, 스핀융합연구센터, 서울특별시성북구하월곡동39-1, 136-791

²한국과학기술연구원, 특성분석센터, 서울특별시성북구하월곡동39-1, 136-791

1. 서론

스핀소자구현에 있어 중요한 요소 중 한 가지는 분극된 스핀신호를 충분히 전달할 수 있는 긴스핀완화 시간(τ_s)을 갖는 것이다[1]. 스핀완화시간은 드와크노프-페렐 메커니즘으로 설명이 되는데 반도체 structure inversion asymmetry와 관련된 라쉬바 효과, bulk inversion asymmetry와 관련한 드레셀하우스 효과로 나뉜다 [2]. 따라서 스핀소자를 위한 반도체물질로 높은 g-factor, 빠른 전자이동도, 강한 라쉬바 효과를 갖는 GaAs가 많이 사용되어 왔으며 최근에는 GaAs(001)에 비해 상대적으로 높은 드레셀하우스 효과를 갖고 있는 GaAs(110)을 이용한 연구에 관심이 증가하고 있다. 하지만 GaAs(110)은 기존 GaAs(001)과 같은 조건으로 에피택셜 성장 시화살촉과 유사한 삼각형형태의 표면결함이 발생하게 되는데 이를 줄이고자 다양한 성장조건의 변화가 시도되었다[3]. 본 연구는 기존에 보고되지 않은 GaAs(110)성장시 두께에 따라 화살촉모양에서 표창모양으로 진화되는 삼차원 결함을 발견함에 의미가 있다.

2. 실험방법

본 연구에서는 초고진공 분자선 에피택시(Molecular Beam Epitaxy; MBE)를 이용하여 다양한 성장조건에서 GaAs(110) 박막에 발생하는 결함을 관찰하였다. 박막의 두께를 제외한 다른 성장조건(성장속도 1 \AA/s , 성장온도 360°C , As/Ga분압 비율 100:1)을 고정시킨 후에 두께를 각각 200nm, 300nm, 350nm, 500nm, 다르게 성장하여 원자간 힘현미경(Atomic Force Microscope; AFM)을 통한 표면결함 관찰과 단면 투과전자현미경(Transmission Electron Microscope; TEM) 관찰을 통하여 표면결함 하부의 쌍정결함 형성을 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 각각 GaAs(110)두께에 따른 샘플들의 AFM 그림과 결함을 완화시킨 샘플의 AFM 그림을 보여준다. Fig. 1(a)의 200nm두께를 포함하여 300 nm 이하에서는 특별한 형상이 없는 평평한 표면상태를 보인다. 하지만, 300nm두께에서부터 삼각형 형태의 표면결함이 생기는 것을 볼 수 있다.(Fig. 1(b)). 두께가 더욱 증가함에 따라서 삼각형 두 개가 서로 마주보고 있는 모습[Fig. 1(c)]에 이어 표창모양의 표면결함으로 진화하는 것을 볼 수 있다.(Fig. 1(d)). 그리고 Fig. 2는 표창결함의 하부를 단면 TEM으로 분석한 그림으로 피라미드 형태의 결함이 발생하며 이는 (b), (c)와 같은 추가적인 TEM 분석을 통해 쌍정결함을 확인하였다. 향후, 두께 이외의 다른 성장조건에서 표창결함의 변화 거동과 형성원인을 밝히기 위해 실험 및 이론적 계산을 진행할 예정이다.

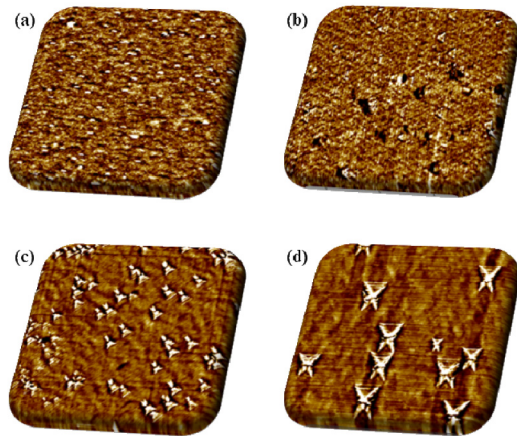


Fig. 1. AFM images with respect to thickness (a) 200nm, (b) 300nm, (c) 350nm, and (d) 500nm.

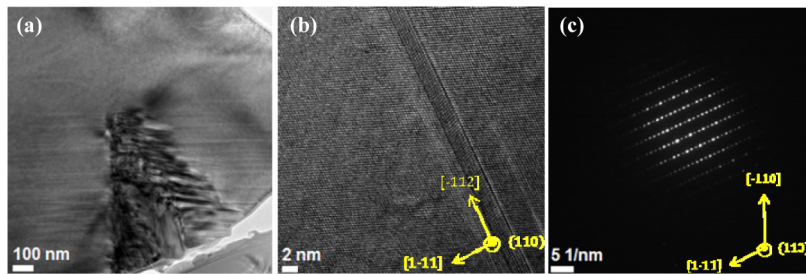


Fig. 2. Cross-sectional TEM images of the dagger defects.

(a) Pyramid shape. (b) High-resolution TEM image. (c) Selected area diffraction pattern

5. 참고문헌

- [1] Y. Ohno, R. Terauchi, T. Adachi, F. Matsukura, and H. Ohno, Phys. Rev. Lett. **83**, 4196 (1999).
- [2] W. Desrat, D. K. Maude, Z. R. Wasilewski, R. Airey, G. Hill, Phys. Rev. B **74**, 193317 (2006).
- [3] D.M. Holmes, E.S. Tok, J.L. Sudijono, T.S. Jones, B.A. Joyce, J. Cryst. Growth, **192**, 33 (1998).