

[22-T18]

GaAs (100) 기판 위에 성장된 뚝은 자성 반도체 $Zn_{1-x}Mn_xTe$ 에 피층의 특성

최용대, 유연문*, 박재규*, 현명학*, 오병성*, 이기선*, 윤만영**, 유평렬***
목원대학교 물리학과, *충남대학교 물리학과, **중부대학교 정보공학부, ***순천대학교 물리학과

Mn을 기반으로 하는 II-VI족 화합물 반도체의 $X^{II}_{1-x}Mn_xY^{VI}$ ($X = Cd, Zn; Y = S, Se, Te$)는 뚝은 자성 반도체 (diluted magnetic semiconductor, DMS) 혹은 자성 반도체 (semi-magnetic semiconductor)로서 잘 알려져 있다. $X^{II}_{1-x}Mn_xY^{VI}$ 합금에서 천이 금속인 Mn은 $X^{II}Y^{VI}$ 화합물 반도체의 II족 양이온 원소의 일부와 치환되어 $Mn^{2+}3d^5$ 형태를 갖는다. 이와 같이 치환된 Mn^{2+} 이온은 $X^{II}Y^{VI}$ 의 주구성 물질의 결정 구조에 영향을 주지 않고 상당한 양이 혼합될 수 있고 전기적으로는 중성이지만 비교적 큰 자기 모멘트를 가지고 있어서 DMS로 만들어지는데 중요한 역할을 담당하고 있다. 이러한 Mn^{2+} 이온이 존재하고 있는 DMS는 띠 내의 전자와 자성을 갖는 국부적인 모멘트 사이의 스핀-스핀 교환 작용에 의하여 새로운 전기적 광학적 특성이 있기 때문에 최근 많은 관심이 집중되고 있는 물질이다.^(1,2)

본 연구에서는 열벽 적층 성장법 (hot-wall epitaxy)으로 GaAs (100) 기판 위에 DMS 중 $Zn_{1-x}Mn_xTe$ 에피층을 처음으로 성장하여 그 특성을 조사하였다. $Zn_{1-x}Mn_xTe$ 에피층의 Mn 조성비는 $x=0.97$ 까지 얻을 수 있었으며, 대체로 DMS는 Mn의 조성비가 증가할수록 상전이가 생길 수 있으나 본 연구에서는 모두 GaAs (100) 기판과 동일한 방향으로 에피층이 성장되었다. 성장시 기판의 온도가 증가함에 따라 Mn 조성비 x 는 증가하였으며 350~370 °C 일 때 양질의 시료가 성장되었다. Mn 조성비 x 가 증가할수록 $Zn_{1-x}Mn_xTe$ 에피층의 격자 상수는 증가하였고 띠 간격에너지도 선형으로 증가하였다. 성분비는 X-선 회절 분석 장치로부터 얻은 격자상수를 이용하여 계산하였고 Rutherford Backscattering Spectrometry로 확인하였다. 또 성장된 에피층의 결정성은 double crystal rocking curve를 이용하여 조사하였는데, Mn 조성비 x 가 증가할수록 반치폭이 커지는 것으로 보아 결정성이 떨어지고 있음을 알았다. 광학적인 특성으로서 광반사 스펙트럼과 photoluminescence로부터 $Zn_{1-x}Mn_xTe$ 에피

층의 띠 간격 에너지 변화를 조사하여 문헌의 값과 비교하였고, Raman 스펙트럼의 포논 피크를 분석하여 결정성을 조사하였다. 또 $Zn_{1-x}Mn_xTe$ 에피층의 자성을 확인하기 위하여 저온에서 자기이력곡선을 측정하였다.

[참고문헌]

1. M. Oestreich, J. Hubner, D. Hagele, P. J. Klar, W. Heimbrod, W. W. Ruhle, D. E. Ashenford and B. Lunn, *Appl. Phys. Lett.* 74, 1251 (1999).
2. J. K. Furdyna and J. Kossut (Eds.), *Diluted Magnetic Semiconductors*, Vol. 25 (Academic Press, New York, 1988). Chap. 1 and 2.