

저온 MBE 방법에 의한 GaMnAs 성장과 특성분석 (Growth and characterization of GaMnAs grown by LT-MBE)

천승현*, 이준성, 유정필 (세종대학교 물리학과)
김용승, 최형국, 박윤, 김정구, 우종천 (서울대학교 물리학부)

1. 서론

전자의 전하와 스핀을 동시에 제어하는 스핀전자학은 나노과학 등과 더불어 미래의 과학기술 중 하나로 많은 기대를 받고 있다. 최근 GaMnAs처럼 반도체성과 강자성을 함께 지닌 DMS (Diluted Magnetic Materials) 물질들이 다수 발견되어 스핀전자학에 대한 관심은 더욱 고조된 상태이다 [1]. 본 연구에서는 저온 MBE (Molecular Beam Epitaxy) 방법을 이용하여 100 K (열처리 후 130 K) 이상의 강자성 전이온도를 갖는 GaMnAs 박막을 성공적으로 성장시켰다.

2. 실험방법

GaMnAs 박막의 성장은 Riber MBE 32P 챔버에서 이루어졌다. 기판은 (001)GaAs를 이용하였으며, 580 °C에서 성장된 GaAs 버퍼 위에 저온에서 GaAs와 GaMnAs를 순차적으로 성장시켰다. Mn의 flux 량과 저온 성장온도를 변화시켜가며 RHEED를 관찰하여 균일한 성장이 가능한 범위를 찾아 GaMnAs의 phase diagram을 완성하였고, HRXRD (high resolution X-ray diffractometry), EPMA (electron probe micro-analysis), SQUID 자석계(superconducting quantum interference device magnetometry), 수송현상 측정 등을 통해 구조적·전기적·자기적 특성을 분석하였다. 전이온도를 높이기 위한 성장 후 열처리는 250 °C 질소분위기에서 1 시간동안 진행되었다.

3. 실험결과 및 고찰

격자상수의 변화를 통해 분석한 Mn의 치환량은 최대 6.1 %였고, EPMA 결과는 이보다 약간 높게 나왔다. 1 % 이상의 Mn이 치환된 경우 강자성 변이를 보였고, 최대 전이온도는 100 K였다. 성장 후 열처리를 통해 전이온도를 20 ~ 30 K 정도 증가시킬 수 있었고 열처리 후의 최대 전이온도는 131 K였다. 최적화된 시료의 경우 자기이력곡선을 통해 구해진 H_c 는 30 Oe 정도로 기존의 실험들과 잘 일치하였다.

4. 결론

저온 MBE 방법을 통해 양질의 GaMnAs 박막을 성공적으로 성장시켰으며, 100 K 이상의 강자성 전이온도가 관찰되었다.

5. 참고문헌

[1] H. Ohno *et al.*, Appl. Phys. Lett. **69**, 363 (1996).