

# 이종구조 MnAs 박막의 전기적 그리고 자기적 특성 및 증착 후 열처리가 미치는 영향

송 종 현\*

충남대학교 물리학과, 대전광역시 유성구 궁동 220번지

## Electrical and Magnetic Properties of Heteroepitaxial MnAs Thin Films and Effects of Post-Growth Annealing

J. H. Song

Department of Physics, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

### 1. 서론

현재 가장 많이 쓰이고 있는 반도체 소자들이 그 기능성에 한계를 드러냄에 따라 하나의 소자로서 여러 가지 동작과 기능을 할 수 있는 기능성 물질의 연구는 최근 들어 새로운 관심을 끌고 있다. 특히 전하의 흐름뿐만 아니라 스핀자유도까지 이용한 소자는 최근 들어 매우 활발한 연구가 행하여지고 있으며 이들의 혁신적인 기능성은 자기저항을 이용한 하드디스크의 예에서 명백히 드러난다. 이러한 소위 “스핀트로닉스” 소자는 물질 내부에서 스핀 분극이 이루어진 전류를 이용하게 되는데 이를 위하여 일부 소자에서는 비자성 물질에 외부로부터 스핀을 삽입하는 과정이 필요하게 된다. 이러한 “스핀삽입”은 현재까지 Fe/GaAs 이종접합구조에서 그 성공적인 사례가 보고되었으나 높은 접촉 저항으로 인한 낮은 삽입율로 인하여 실제 소자의 응용으로는 어려움이 많은 상태이다. 이러한 관계로 새로운 강자성 물질이 필요하게 되는데 특히 MnAs는 벌크에서 318K 의 매우 높은 큐리온도를 보이고 또 자성적 특성도 매우 우수하여 강자성체 스핀 삽입 소스로서 매우 좋은 장점을 지니고 있다. 본 연구에서는 MnAs 박막을 Molecular Beam Epitaxy 방법으로 증착하였고 그 전기적 그리고 자성적 특성을 측정, 분석하였으며 증착 후 열처리 전, 후로 측정, 비교함으로써 실제 스핀 삽입 소자 응용 가능성에 대하여 연구하였다.

### 2. 실험방법

GaAs 기판위에 두껍게(300 nm)로 증착된 MnAs 박막의 경우 자성의 방향이 이방성을 보이며 특히 자화용이축에서도 특정한 한 방향으로 정렬하려고 한다. 특이하게도 큐리온도 이상에서도 작지만 자기저항효과를 보였으며 Si위에 증착되었을 경우에는 자기이방성을 보이지 않는다. 증착된 MnAs 기판은 열처리 전과 후에 실온에서 자성을 띠었으나 Si 기판위에 증착한 경우에는 실온에서 자성을 보이지 않았으며 열처리 조건에 따라 강자성을 보임이 확인되었다. MnAs/GaAs의 경우에는 특히 보자력이 열처리 전후에 매우 큰 차이를 보였다. 이들 시료의 열처리 효과를 정리 요약하면 다음과 같다.

(1) MnAs/GaAs의 경우 열처리 전의 자기 보자력은 열처리 후 매우 작아졌으며 그 온도 의존성 또한 매우 작은 분포로 바뀌었다.

(2) 또한 자성의 크기 또한 열처리 후 매우 향상되었다.

(3) MnAs/Si 의 경우 낮은 온도 증착으로 인하여 낮은 온도에서도 전혀 강자성을 보이지 않았으나 열처리 온도를 서서히 높여 주었을 경우 강자성이 보이면서 큐리온도 또한 매우 향상되었다.

## 5. 결론

위의 결과로 미루어 보았을 때 MnAs 박막은 스핀 삽입의 스핀정렬체로서 매우 좋은 특성을 지니고 있고 증착 후 열처리하는 MnAs 박막의 자성적 특성을 향상시키는데 매우 필수적이며 이를 요약 정리하면 다음과 같다.

(1) MnAs/GaAs 박막의 경우 매우 큰 자기이방성을 지니며 자화용이축내에서도 한쪽 방향으로 정렬하려는 경향이 있다.

(2) MnAs/GaAs 박막의 증착 후 열처리 이후 보자력의 변화는 박막에 존재하는 상자성 상의 영향이며 열처리 후에는 이러한 상자성 도메인 효과가 매우 크게 줄어든다.

(3) MnAs/Si 박막의 경우 600°C 이상에서 열처리 하여 주었을 경우 강자성이 보임으로 인하여 MnAs/GaAs 박막에 비해 매우 높은 열처리가 필요하다.

## 6. 참고문헌

[1] G. A. Prinz, Science **250**, 1092 (1990); **282**, 1660 (1998).

[2] D. P. DiVincenzo, Science **270**, 255 (1995).

[3] H. J. Zhu, M. Ramsteiner, H. Kostial, M. Wassermeier, H.-P. Schönherr, and K. H. Ploog, Phys. Rev. Lett. **87**, 016601 (2001).

[4] A. T. Hanbicki, B. T. Jonker, G. Itskos, G. Kioseoglou, and A. Petrou, Appl. Phys. Lett. **80**, 1240 (2002).