

PLD를 이용한 $Zn_{0.97}^{57}Fe_{0.03}O$ 박막의 결정학적 및 자기적 특성 연구

안근영*, 김지훈, 김삼진, 김철성
국민대학교

Studies of crystallographic and magnetic properties for $Zn_{0.97}^{57}Fe_{0.03}O$ by PLD system

Geun Young Ahn*, Je Hoon Kim, Sam Jin Kim, Chul Sung Kim
Kookmin Univ.

1. 서 론

신기능의 스핀트로닉스 디바이스는 자성 이온에 의한 스핀 분극에서 발생하는 극미세 에너지 갭을 control 하여 미세소자로 활용 가능하며, 기존의 반도체 소재를 대체할 수 있는 장점인, 비휘발성 (nonvolatility), 저 전력손실 (low electric power consumption), 고속 정보 전달속도 (high data processing speed) 및 고집적밀도 (high integration density)화가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 이러한 스핀트로닉스 물질중의 하나인 희박자성반도체 물질은 1998년 Ohno 그룹에서 3-5족 자성 반도체 물질의 자기적 특성을 발표함으로써 본격적인 연구가 활발히 진행되었다 [1-2]. 국내에서도 TiO_2 , ZnO 등의 물질을 기본으로 한 2-6족 산화물 반도체에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 분말형태의 시료는 DMS 물질의 기본 물성 연구에 유리할 수 있으나, 기존의 반도체를 대체할 수 있는 디바이스의 가능성은 박막화를 하여야 가능하다고 할 수 있다. 기존의 DMS 박막 물질의 연구는 MBE, PLD, RF-magnetron sputtering, sol-gel 등 방법으로 연구되어 왔다. 본 연구에서는 PLD system을 이용하여 $Zn_{0.97}^{57}Fe_{0.03}O$ 박막을 제조하여 제조 조건에 따른 결정학적 및 자기적 전기적 특성을 연구하였다.

2. 실험방법

$Zn_{0.97}^{57}Fe_{0.03}O$ 박막을 제조는 다음과 같다. 레이저 광원은 KrF pulsed excimer laser ($\lambda = 248$ nm)를 사용하였으며, 10 Hz, 20 kV 출력 에너지는 130 mJ을 유지하였다. 기본 진공도는 1.0×10^{-7} Torr 를 유지하였으며, 박막의 제조를 위하여 GGG, Al_2O_3 , Si 기판을 사용하였다. 박막 제조시 기판의 증착온도는 $300^\circ C \sim 800^\circ C$ 를 유지하였고, 타겟과 기판사이의 거리는 4 cm 였으며, 모든 박막은 진공상태에서 제조하였다. 타겟과 기판을 각각 10, 20 RPM으로 동시에 회전시켰으며, Target raster와 mirror raster를 사용하여 1cm 크기의 target에 레이저를 일정하게 조사하여 플룸의 크기를 유지함으로써 균질한 박막을 제조하였다. 이렇게 제조된 시료의 결정학적 특성을 확인하기 위하여 $CuK\alpha$ 선을 사용하는 Philips사의 X'Pert(PW1827) X-선 회절기를 이용하여 X-선 회절실험 수행

하였으며, 자기적 특성을 확인하기 위하여 진동시료형 자화 측정기(VSM) 실험과 미세적 자성 특성을 분석하기 위하여 후방산란형 뫼스바우어 분광 실험을 수행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

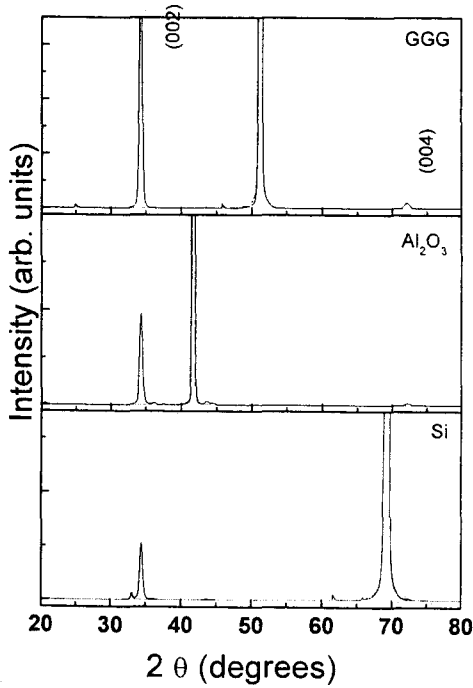


Fig. 1 기판에 따른 $Zn_{0.97}Fe_{0.03}O$ 박막의 X-선 회절도 ($T_{sub.} = 500\text{ }^{\circ}C$)

제조된 $Zn_{0.97}Fe_{0.03}O$ 시료의 결정학적 특성을 알아보기 위하여 x-선 회절 분석한 결과 불순물의 2차 상이 없는 순수한 단일상의 육방정계 wurzite 구조임을 확인하였고, 기판의 회절피크를 제외하고 모두 c축 방향으로 우선배향되어 성장한 것을 확인할 수 있었다. 또한 AFM을 이용한 표면의 거칠기를 분석한 결과 기판 온도가 높아질수록 표면 거칠기는 감소하여 유니폼한 박막을 얻을 수 있었다. 상온에서의 저항값은 기판 온도가 높아질수록 저항값이 2 kΩ 에서 34 kΩ 까지 증가하는 경향을 나타내었다. 자성반도체 물질로의 가능성을 확인하기 위하여 VSM과 SQUID를 이용하여 자성특성을 확인하였으며, 전기적 특성을 알아보기 위하여 Magnetoresistance(MR) 측정과 전기전도 타입과 carrier 농도 등을 확인하기 위하여 Hall 측정을 수행하였으며, 미세적인 자성특성을 확인하기 위하여 후방 산란형 뫼스바우어 스펙트럼을 측정하여, 초미세 자기장값과, 이성질체 이동치, 전기사중극자 분열치로부터 자성반도체의 자기적 성질을 확인하였다.

참고문헌

- [1] H. Ohno, Science 281, 951 (1998).
- [2] T. Dietl, H Ohno, F. Matsukura, J. Cibert, D. Ferrand, Science 287, 1019 (2000).