

ZnMn 타겟으로 성장된 ZnMnO 박막의 구조 및 자기적 특성

박강순¹, 박광호¹, 송영열¹, 유성초¹, 강희재¹, 유용구²

¹충북대학교 물리학과, ²한국전자통신연구원

ZnO에 기반을 둔 자성반도체는 전이금속이 첨가된 물질 내에서 국소밀도근사에 기초한 계산에 의해 강자성 특성을 보이는 연구결과가 이론적으로 보고되었다[1]. 실험적 결과로는 MIT의 Moodera 그룹에서는[2] 350 K에서도 강자성 특성을 보여주고 있는 MnZnO 박막을 보고하고 있으며 가장 큰 자기 모멘트 값은 Mn 원자 하나당 4.8 μB 을 나타내고 있다. 이러한 값은 이제까지 보고된 값들 중 최대값을 나타내고 있지만, 아직까지 Mn 산화물과 ZnO로 합성된 타겟으로 증착된 박막의 경우 증착 조건에 따른 다양한 자성 특성들이 보고되고 있다.

본 연구에서는 고순도의 Zn(99.999 %)와 Mn(99.99 %)을 고주파로 내에서 혼합하여 Mn의 조성비가 각각 2.5, 5, 10%인 ZnMn 합금을 만들고 이를 타겟으로 하여 PLD 방법으로 SiO₂/Si(100) 기판위에 ZnMnO 박막을 성장하였다. 박막 증착 시 기판의 온도를 300~600 °C까지 변화시켰으며, 248 nm 파장의 레이저를 이용하여 에너지와 최대 펄스의 주기를 각각 150 mJ과 10 Hz로 유지 하여 박막의 성장하였다. 또 하나의 성장 조건으로 산소의 양을 1~20 sccm까지 5 sccm씩 증가시켜 박막을 성장하였으며 성장된 박막의 구조 및 자기적 특성을 연구하였다.

성장된 박막의 구조 분석은 x-선 회절실험을 통해 수행하였으며 육방정 wurtzite ZnO의 결정구조를 확인하였다. 물론 31.9° 근처의 ZnO(111) 피크가 관측되고 또한 알려지지 않은 미세한 피크가 나타나기도 하지만 성장된 대부분의 박막에서 ZnO(002)를 최대 피크로 하는 c-축 배향 박막으로 성장됨을 확인할 수 있었다. 자기적 특성분석은 상온에서 MicroMag AGM 시스템으로 측정되었다. 모든 시료에서 자기적 특성이 나타나지는 않았지만 산소의 양이 10 sccm 이고, 500 °C 의 기판온도에서 성장한 박막에서 자기모멘트가 1.0×10^{-7} emu인 강자성 특성이 관측되었으며, 매우 뚜렷한 자기이력현상이 관측되었다. 이러한 자성특성의 원인을 전기적 특성과 연계하여 논의될 것이다.

[참고문헌]

1. K. Sato, H. Katayama-Yoshida, Jpn. J. Appl. Phys., **40**, L334, (2001).
2. Nikoleta Theodoropoulou,, Vinith Misra, John Philip, Patrick LeClair, Geetha P. Berera, Jagadeesh S. Moodera, Biswarup Satpati, Tapobrata Som, JMMM, **300**, 407 (2006).