

[T-09]

RF Magnetron Sputter법으로 성장된 Zn_{1-x}Mn_xO 박막의 Rapid Thermal Annealing 효과

이혜성, 이세준, 김화목, 강태원, 김득영a)
동국대학교 양자기능반도체연구센터

희박자성반도체는 전자가 가지고 있는 전하의 자유도와 스핀의 자유도를 동시에 구현하고자 하는 스핀트로닉스 소자를 구현하기에 가장 적합한 후보로 주목받고 있는 물질이며, 실제적인 소자 응용을 실현하기 위해서는 희박자성반도체의 특성이 상온 이상에서 강자성을 유지해야 함은 물론 단결정 구조를 가진 반도체이어야 함을 전제조건으로 하고 있다. 최근 희박자성반도체에 관한 이론적 연구결과에 따르면 T. Dietl 등은 Zener 모델을 통해 GaN나 ZnO와 같은 넓은 밴드갭 에너지를 갖는 물질에 Mn를 삽입하여 희박자성반도체로 만들 경우 상온 이상의 Tc값을 얻을 수 있다고 예측하고 있다. 이러한 예측은 S. Sonoda 등과 K. Ueda 등에 의해 각각 (Ga, Mn)N는 940K 그리고 (Zn,Co)O는 300K의 Tc를 갖는 것이 실험적으로 증명되었지만, 이러한 실험들은 모두 재현성이 미약할 뿐 아니라 고체 내 스핀의 정렬상태와 스핀의 거동 등 자기적 성질에 대한 이해 또한 매우 미비한 상태이다. 따라서 스핀트로닉스 소자의 구현을 위하여서는 희박자성반도체의 성장역학은 물론 희박자성반도체 박막이 가지고 있는 구조적, 광학적, 전기적 그리고 자기적 특성 등 고체가 가지고 있는 기본적인 물리적 특성 등에 관한 이해가 시급한 실정이다.

본 연구에서는 ZnMnO 박막을 RF Magnetron Sputter법으로 성장한 후 Rapid Thermal Annealing법으로 후처리하여 박막의 물리적 특성이 변화하는 거동을 관찰하였다. 사용된 박막은 40nm ZnMnO 버퍼층을 사용하여 성장된 매끄러운 표면을 가진 ZnMnO 박막이었으며, 질소분위기에서 60초 간 600~1000℃ 온도의 구간에서 열처리되었다. 열처리 효과가 박막의 특성에 미치는 영향을 관측하기 위해 구조적, 광학적 그리고 자기적 특성을 Raman, CL, PL, SQUID 등으로 측정하여 열처리 온도에 따른 특성변화를 분석하였다. SQUID 결과에서 열처리온도가 증가함에 따라 Ms 및 Tc가 증가하는 것이 관측되었다. 박막 성장 직후의 Ms와 Tc는 각각 10.30emu/cm³과 69K이었으며, 900℃에서 60초 간 열처리 한 후 Ms와 Tc는 각각 70.10emu/cm³과 77K이었다. 또한, CL 및 PL 결과에서는 390nm 영역에서 관측된 우세한 피크가 열처리온도의 증가에 따라 그 크기가 향상되며 단파장 영역으로 미세하게 이동하는 것이 관측되었다. 이러한 결과는 박막 내 존재하는

Mn 이온이 s-d 결합으로 고체 내에서 불안정한 상태로 존재하다가 후속열처리에 의해 안정적인 상태로 변화하기 때문으로 예측된다. 그것은 Raman 측정에서 열처리온도의 증가에 따라 LO 포논 모드에 의한 피크가 증가하는 결과로 확인할 수 있으며, 그것은 Wurzite 구조에서의 LO 포논모드는 격자 진동에 의한 것이므로 Zn에 비해 이온반경이 큰 Mn가 격자를 차지하게 되었기 때문으로 설명할 수 있다.

* 본 연구는 한국과학재단 지정 우수과학연구센터 동국대학교 양자기능반도체연구센터 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.