

Electron Paramagnetic Resonance Study of $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_{3\pm\delta}$

이창훈, 조건우, 김효성, 이철의, 홍창섭*, 허남희*, 노승정**

고려대학교 물리학과 스핀동력학 연구실, *표준과학연구원, **단국대학교 응용물리학과

초거대 자기저항재료로 널리 알려진 $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_{3\pm\delta}$ 는 강자성 전이 온도, metal-insulator 전이, 그리고 자기저항비 등과 같은 물성들이 산소함량 (에 매우 의존하는 것으로 알려져 있다. 그러므로 신뢰도 있는 소자 물성을 반복적으로 얻기 위해서는 산소함량에 대한 제어가 필수적이다. 일반적인 경우 산소함량의 제어는 산소 분위기 하에서의 annealing에 의해 이루어진다. 이러한 annealing 기법은 그러나 피할 수 없는 높은 공정온도로 다층 박막 소자의 금속접합부나 각 층의 기본 물성을 저하시킬 우려가 있으므로, 저온공정을 사용한 산소함량 제어 방법의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 저온공정 산소함량 제어 방법으로써 low-power O_2 plasma 처리 기법이 선택되었다. $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_{3\pm\delta}$ 결정에 대한 산소 플라즈마 처리는 RF power 50W, 온도 200°C, 그리고 4.51mTorr의 조건 하에서 1시간 동안 이루어 졌다. 플라즈마 처리에 의한 산소 유입 여부는 전기 저항, 자화율 그리고 자기저항의 변화 유무를 통하여 확인되었다. 산소 플라즈마 처리 전후의 표면 변화는 AFM(atomic force microscopy)을 사용하여 관측되었고, 시료 내의 미시적 특성 변화 탐지를 위해 X-band EPR(electron paramagnetic resonance)을 온도 295~500K의 구간에서 수행되었다. 모든 온도 구간에서 EPR 선모양은 Dysonian을 만족하였으며 EPR susceptibility [$\chi(\omega)$], ΔH_{FWHM} , 그리고 g-factor 등은 Dysonian 함수 fit을 통하여 얻을 수 있었다. 결과적으로 산소 플라즈마 처리 전후의 시료들은 모두 $\chi(\omega) \propto C/T$, $\Delta H_{\text{FWHM}} = a + bT$ (a, b =상수)를 만족하였으나, 상수 C, a , 그리고 b 등과 g-factor는 약간의 차이를 보였다. 특히, ΔH_{FWHM} 의 온도 의존성은 Debye 온도 (약 400K) 이상에서 산소 플라즈마 처리 전후에 큰 차이를 보였다. 이를 플라즈마 처리에 의해 유입된 산소에 의한 포논 상태밀도 (phonon density of states)의 변화를 고려하여 설명하였다. E-mail: artphys@msn.com