

Ba과 Sr이 치환된 LaMnO_3 의 결정구조 및 GMR현상
Crystal structure and GMR(giant-magnetoresistance) Properties
of Ba or Sr Substituted LaMnO_3

조영목, 주응길
한국과학기술원 재료공학과

1. 서론

자기저항(Magnetoresistance; MR)은 재료에 자기장을 가할 때 그 재료의 전기저항값이 변하는 현상으로 특히, 매우 큰 저항변화를 일으키는 거대자기저항 현상이 발견되었으며 이러한 성질을 이용하여 고밀도 정보 재생수단인 head등으로의 응용연구가 진행중이다. 이러한 소자에 응용되기 위해서는 높은 MR ratio와 낮은 saturation field가 필수적이며, 이와 같은 특성을 만족시키는 GMR재료의 개발을 위해서 많은 연구가 진행되었다. 그 중 대표적인 것이 spin dependent scattering에 의한 GMR현상을 나타내는 metallic multilayers, granular films들이다. 최근들어 금속자기박막에 비하여 MR값이 더욱 큰 perovskite구조의 a-site에 2가 이온이 치환된 $(\text{LaA})\text{MnO}_3$ (A=Ca, Sr, Ba)가 보고되었고, 그 높은 MR값 때문에 많은 관심을 받고 있다. 그러나, 치환된 LaMnO_3 에 대한 GMR현상에 대한 정확한 이론과 결정구조등 기본적인 연구는 잘 정립되어 있지 않으며, 제조공정에 따라 magnetic transition temperature와 MR값이 많은 차이를 나타낸다고 보고되고 있다. 따라서 본 실험은 재료개발의 기본적인 연구로, 고상반응법으로 제조된 Ba과 Sr이 치환된 LaMnO_3 에서 조성에 따른 자기적, 전기적 특성 및 결정구조 변화와 이것이 물성에 미치는 영향에 대해서 고찰하였다.

2. 실험방법

본 실험은 순도가 99%이상인 La_2O_3 , Mn_2O_3 , BaO, SrO원료를 이용하여 고상반응법으로 제조하였다. 1300°C 에서 12시간동안 하소한 후 1400°C 에서 12시간동안 소결하였다. 제조된 시편은 XRD를 통해 상합성결과를 확인하였고 단일상의 시편의 경우, X선 회절을 이용한 Rietveld정밀화 작업과 TEM을 이용한 결정구조 연구를 하였다. 또한 SQUID를 이용하여 MR ratio를 측정하였다.

3. 실험결과

XRD실험결과를 통해 LaMnO_3 는 Ba이 첨가됨(x=0, 20, 33, 40%)에 따라 상온에서 점차로 cubic상에 가까워졌으며, Ba의 치환량이 33%까지는 rhombohedral 구조를 갖는 것으로 나타났다. Sr이 20% 치환된 경우는 Ba의 경우와 동일한 결과를 얻었다. TEM과 Rietveld 정밀화 과정을 통해 이 rhombohedral구조의 공간군은 산소 팔면체의 anti-phase tilting에서 기인한 R_{3c} 일 가능성이 가장 높다. Ba의 첨가량에 따라 magnetic transition temperature와 MR값은 33%조성의 경우 최대값을 나타냈으며, a-site에 동일한 20%의 치환량을 갖는 Ba과 Sr의 경우, Sr의 경우가 상전이 온도와 MR값이 크게 나타났다. 이러한 T_c 및 MR값 변화의 원인은 Rietveld정밀화 결과를 통해 MnO_6 octahedra의 tilting에 따른 Mn-O-Mn사이의 결합각도의 변화에서 기인한다고 제시되었다.