

**Q-16**

열처리 조건이 저 자장 영역에서  $\text{La}_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  다결정 박막의 자기저항 특성에 미치는 영향

국민대학교 물리학과, 서울 136-702      심인보\*, 엄영랑, 조영석, 김철성  
 한국과학기술연구원 박막기술연구센터, 서울 136-791      오영제  
 연세대학교 재료공학부, 서울 120-749      최세영

The Influence of Annealing Condition on Low-field Tunnel type Magnetoresistance of  $\text{La}_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$  Polycrystalline Thin Films

Department of Physics, Kookmin University, Seoul 136-791    I.B Shim\*, Y.R.Uhm, Y.S. Cho and C.S. Kim  
 Thin Film Technology Research Center, KIST, Seoul 136-791      Young-Jei Oh  
 School of Materials Engineering, Yonsei University, Seoul 120-749      Se-Young Choi

**1. INTRODUCTION**

현재 초거대 자기저항(colossal magnetoresistance;CMR) 현상에 대한 많은 연구[1]에도 불구하고 응용상의 관점에서 망간 산화물에서 CMR 현상이 나타나는 온도가 지나치게 낮거나, 실온에서 미미하게 나타난다는 점, 또한 큰 외부자장을 인가하여야만 CMR 현상이 발현되고 있는 점이 극복하여야 할 가장 큰 문제점이다. 이러한 문제점을 극복하기 위한 하나의 방법으로 제시되고 있는 것이 망간 산화물의 tunneling magnetoresistance(TMR) 재료로의 적용에 관한 연구이다. 망간 산화물에서의 TMR 효과에 대한 연구는 낮은 외부 인가자장 하에서 CMR 현상을 발현하고자 하는 것으로 강자성 터널 접합에서와 같은 다층(multilayer) 박막화 연구와 in-plane 입상(granular) 박막화 연구로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 입상구조에 상당하는 페롭스카이트  $\text{La}_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{MnO}_3$ (LSMO) CMR 재료를 열 산화 실리콘(Si) 기판상에 water-based 졸-겔법을 이용 박막화 하여 열처리 유지시간 및 냉각방법이 low-field tunnel type MR 특성에 미치는 영향을 고찰하고자 하였다.

**2. EXPERIMENTAL**

LSMO 박막은 acetic acid, ethanol 및 distilled water를 용매로 한 0.2 몰농도의 코팅용 sol을 제조하여  $\text{SiO}_2/\text{Si}(100)$  기판상에 4000 rpm의 속도로 30초간 회전시켜 스퍼코팅 하여 1500 Å 두께의 박막을 제조하였다. 박막의 결정생성 분석은 Phillip's사의 X'pert-MPD 회절분석기를, 결정입도(grain size), 입도분포 및 표면 거칠기와 같은 in-plane 및 cross-sectional 미세구조는 FE-SEM 및 TEM을 이용하여 관찰하였다. LSMO 박막의 자성특성은 진동 시료형 자력계를 이용하여 외부자계를 500 Oe까지 인가한 상태에

서 상온에서의 자기이력곡선을 통해 측정하였으며, 터널자기저항 변화비는 4단자법 자기저항 측정장비를 이용하여 상온에서 측정하였다. 이때 외부 인가자장은 120 Oe 였으며, 박막의 표면과 전류방향에 대하여 수평으로 인가하였다.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

고 자장(1.0 Tesla) 영역하에서 열처리 유지시간 및 냉각방법 변화에 의한 상온에서의 자기 저항 변화비는 3.8 %-4.2 %로 미소한 변화를 나타내었으나, 아주 낮은 외부 인가 자기장 영역(120 Oe)에서의 자기저항 변화비는 다른 영역에서 보다 급격하게 변화되는 특징을 나타내었다. 이러한 저 자장 영역에서 자기저항의 급격한 변화는 다결정체 bulk 시료에서도 보고되고 있는데, H.Y. Hwang[2]등은 이 현상을 전도전자(conduction electron)들이 하나의 grain에서 grain boundary를 통하여 인접한 grain으로의 터널에 의한 효과로 설명하고 있다. 즉 페로스카이트 망간 산화물에서의 터널 자기저항 현상의 발생을 말해 주고 있는 것이다.

열처리 유지시간의 변화에 따라서 20시간 정도까지 유지시킨 경우 거의 유사한 MR 변화비를 나타내고 있으며, 48시간 이상 유지시킨 경우 약간 증가함을 볼 수 있는데, 이는 미세구조 분석과 자기적 특성 분석에서 열처리 시간의 증가에 따라서 grain boundary가 보다 규칙성을 갖고, 두꺼워진 결과로 판단된다. 열처리 냉각 방법의 차이에 의한 MR 변화도 거의 유사한 거동을 나타내고 있는데, 이러한 냉각방법에 의한 변화는 박막과 기판의 열팽창계수 차이에 의한 strain의 영향을 고려하고자 하였으나, XRD 분석 결과 격자상수의 큰 차이를 발견하지 못하였으며, 미세구조 적으로도 거의 유사한 특성을 가짐을 알 수 있었다. 이로부터 냉각방법이나 열처리 유지시간의 변화는 low-field tunnel type MR 특성에 큰 영향을 끼치지 못함을 알 수 있었다.

### REFERENCES

- [1] S. Jin, H. Tiefel, M. McCormack, R. A. Fastnachi, R. Ramesh, and L. H. Chen, *Science*, **264**, 413 (1994).
- [2] H. Y. Hwang, S-W. Cheong, N. P. Ong, and B. Batlogg, *Phys. Rev.*, **77**(10), 204 (1996).