

## La 치환이 $Ba_2FeMoO_6$ 의 자기저항에 미치는 영향

양정배\*, 김재영, 우양수, 이보화  
한국의국어대학교 물리학과

### 1. 서론

이중 perovskite 구조를 갖는  $A_2FeMoO_6$  ( $A=Ca, Sr, Ba$ ) 화합물들은 망간계 산화물과는 달리 저 자장, 상온에서 magnetic domain 또는 grain boundary에서의 스핀의 산란에 의한 효과로 초거대자기저항(CMR ; Colossal magnetoresistance) 현상을 나타내고 있다.[1,2] 상온에서 높은 MR비를 보이기 위해서는 상전이 온도  $T_c$ 가 높아야 한다.  $T_c$ 를 높이려는 시도 중 하나로 2001년에 Navaro 등이  $Sr_2FeMoO_6$ 에  $Sr^{2+}$  대신  $La^{3+}$ 를 치환하여  $T_c$ 의 증가를 보여주었다.[3]  $Ba^{2+}$  대신  $La^{3+}$ 를 치환한  $Ba_{2-x}La_xFeMoO_6$ (BLFMO)의 경우도 치환 농도가 증가함에 따라  $T_c$ 가 증가하였다.[4] 본 연구에서는 La의 치환에 따른 BLFMO의 magnetization(M)과 자기저항의 변화를 연구하였다.

### 2. 실험방법

고체 상태 반응법으로 BLFMO 다결정 시료를 제작하였다. 공기 중  $900^\circ\text{C}$ 에서 매 24시간마다 섞고 가는 과정을 6회 반복 열처리한 분말을  $5\%H_2/Ar$  gas를 흘리면서  $900^\circ\text{C}$ 에서 열처리한 후 프레스를 이용해 pellet을 만들어  $1100^\circ\text{C}$ 에서 4시간 소결하였다. X-선 회절 측정을 이용하여 단일상이 형성되어 있는 지 확인 하였고, SEM측정을 통해 치환에 의한 grain size의 차이를 확인하였다. MR은 자기장을 7kOe까지 변화시키면서 상온에서 4단자 ac 전기 측정 방법을 이용하였으며, 자기적 특성인 M(Magnetization)은 VSM을 이용하여 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 La의 치환 양에 따른 grain 크기의 변화를 볼 수 있는 SEM 사진이다. La의 치환양  $x$ 가 할수록 grain의 크기가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. La 치환 양이 증가함에 따라 BLFMO 다결정 시료의 융점은 높아지게 되어, 같은 온도에서 소결한 경우 La 치환 양이 많은 시료의 소결온도는 상대적으로 낮게 된다. 따라서  $x$ 의 증가에 따라 grain의 크기가 작아지게 된다.

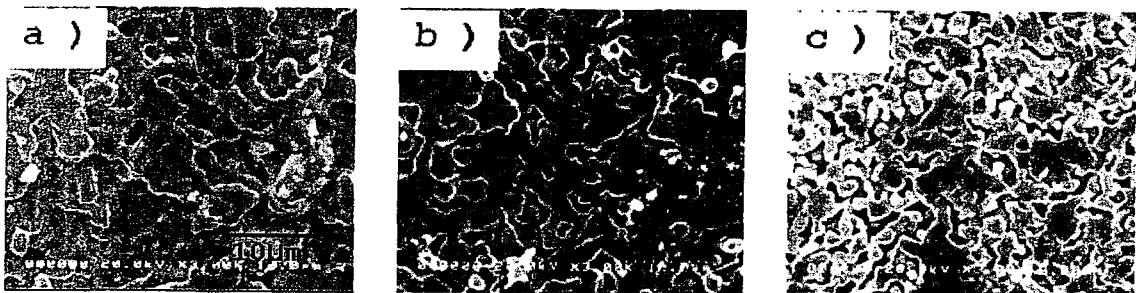


그림 1. BLFMO의 SEM 사진. a)  $x=0$ , b)  $x=0.1$ , c)  $x=0.3$

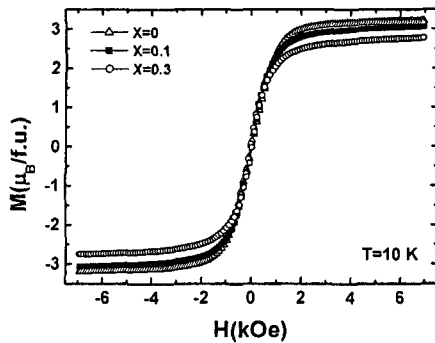


그림 2. La의 치환 양에 따른 저온M

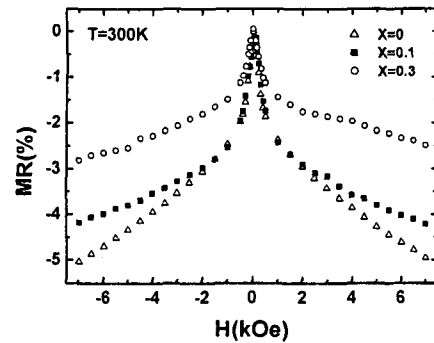


그림 3. La의 치환 양에 따른 상온 MR비

그림 2는 10 K에서 측정된 M값으로 x=0의 경우 3.1  $\mu_B/f.u.$ 에서 x=0.3의 경우 2.8  $\mu_B/f.u.$ 으로 감소하였다. M값의 감소는 x가 증가함에 따른 Fe와 Mo 이온들 간의 부분적인 disorder로 인한 antisite defects의 결과로 예상된다.

그림3은 상온에서 측정된 MR 비를 나타낸 것으로 x가 증가함에 따라 MR비가 4.95 %(x=0)에서 2.49 %(x=0.3)로 줄어드는 것을 볼 수 있다. 일반적으로 이중 페로브스카이트 구조의 산화물에서의 MR은 다결정 시료의 magnetic domain 또는 grain boundary에서의 산란에 의한 효과로, grain의 크기가 작아지면 grain사이에 경계면이 늘어나고 결과적으로 경계면 사이에 전자 산란현상이 증가하여, 자기저항효과가 증가하게 된다.[5,6]. 그러나 grain 크기의 감소에도 불구하고 MR비가 감소한다. 이는 x가 증가하게 됨에 따라 antisite defects와 antiphase가 증가하고 그로 인한 효과로 볼 수 있다.[7]

#### 4. 결론

La의 치환양에 따른 BLFMO 시료는 La의 양의 증가에 따라 M값과 MR효과가 감소하였다. La의 치환양의 증가로 인해 grain의 크기가 줄음에도 불구하고 antiphase의 증가로 인해 MR비가 감소하였다.

#### 5. 참고문헌

- [1] K. -I. Kobayashi, T. Kimura, H. Sawada, K. Terakura, and Y. Tokura, Nature(London) **395**, 677 (1998).
- [2] H. Y. Hwang, S. W. Cheong, N. P. Ong, B. Batlogg, Phys. Rev. Lett. **77**, 2041 (1996).
- [3] J. Navarro, C. Frontera, L. Balcells, B. Martinez, and J. Fontcuberta, Phys. Rev. B **64**, 92411 (2001).
- [4] H. M. Yang, W. Y. Lee, H. Han, B. W. Lee, and C. S. Kim, J. Appl. Phys. **93**, 6987 (2003).
- [5] J. Y. Kim, Y. J. Kim, B. J. Park, B. W. Lee, C. S. Hwang, C. H. Choi, H. K. Chae, and C. S. Kim, Molecular Physics Reports **32**, 58 (2001).
- [6] H. Q. Yin, J.-S. Zhou, R. Dass, J.-P. Zhou, J. T. McDevitt, and J. B. Goodenough, J. Appl. Phys. **87**, 6761 (2000).
- [7] G. N. Rao, S. Roy, C. -Y. M, J. W. Chen, J. Magn. Magn. Mater. **299**, 348 (2006).