

Ba_{2-x}La_xFeMoO₆의 자기저항 특성

한국의외국어대학교

김재영*, 우양수, 이보화

1. 서론

최근 Sr₂FeMoO₆(SFMO) 다결정 시료에서 상온과 낮은 자기장에서 자기저항효과가 발견됨으로서 이 물질의 응용 가능성과 물리적 특성이 새로운 관심의 대상이 되고 있다[1]. 정렬된 double perovskite의 자기저항특성은 다결정 시료의 grain boundary에서 일어나는 스핀전자의 산란이 자기장에 따라 변하기 때문이라는 것이 일반적인 설명이다[1]. 상온에서 높은 MR비를 보이기 위해서는 T_c가 높아야 한다. T_c를 높이려는 시도 중 하나로 2001년에 Navaro 등이 Sr₂FeMoO₆ double perovskite에서 Sr²⁺ 대신에 La³⁺를 치환하여 T_c의 증가를 보여주었다[2]. 일반적으로 치환 양이 증가하면 AS는 증가해서, Fe가 서로 이웃하는 경우가 늘어나고 이것은 T_c를 감소시킨다. 그러나 SFMO에서 Sr²⁺ 대신 La³⁺를 치환할 경우 doping에 의한 여분의 전자가 Fe/Mo 이온의 conduction band를 채우게 되고 이것이 AS에 의한 T_c 감소효과를 상쇄시키고 오히려 T_c를 높인다는 것이 Navarro의 주장이다[2]. 본 연구에서는 치환 양에 따른 Ba_{1-x}La_xFeMoO₆(BLFMO) 시료를 제조하여 magnetization(M)과 자기저항의 변화를 연구하였다.

2. 실험방법

BLFMO 다결정 시료를 고체상태반응법으로 제작하였다. 열처리온도와 시간이 자기적 특성에 미치는 영향을 연구할 목적으로 공기 중 900°C에서 매 24시간마다 쉬고 가는 과정을 6회 반복 열처리한 분말을 5% H₂/Ar gas를 흘리면서 900°C에서 열처리한 후 프레스를 이용해 pellet을 만들어 1100°C 5시간 소결하였다. magnetization은 VSM을 이용하여 측정하였고 자기저항은 VSM에서 사용할 수 있도록 저항 probe를 만들어 자기장을 5 kOe까지 변화시키면서 각각의 온도구역에서 측정하였다. 이들 시료에 대한 물리적 특성은 표 1에 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 소결 온도가 다른 Ba₂FeMoO₆(BFMO) 시료의 저온(15 K) 자기저항(MR)을 나타낸 것이다. 1000°C에서 소결한 시료의 경우 5 kOe에서 MR비가 15.6%를 보이고 있으며 1100°C 소결 시료의 경우 5.9%로 감소하였다. 그러나, 표 1에서 나타낸 것과 같이 저온(15 K)에서 M의 크기는 3.5 μ_B/f.u(1000°C)에서 3.8 μ_B/f.u(1100°C)로 증가하였다. 소결 온도가 높아질수록 Fe/Mo의 disorder가 감소하고, disorder의 감소에 따라 M값이 증가하게 된다. 열처리 온도가 높아질수록 grain의 크기가 커지면서 grain사이에 경계면이 줄어들어 결과적으로 경계면 사이에 전자 산란현상이 감소하여, M값의 증가에도 불구하고, 자기저항효과가 감소한다[3, 4]. 그림 2는 치환 양에 따른 저온(15 K)에서의 MR비를 나타낸 것이다. 치환

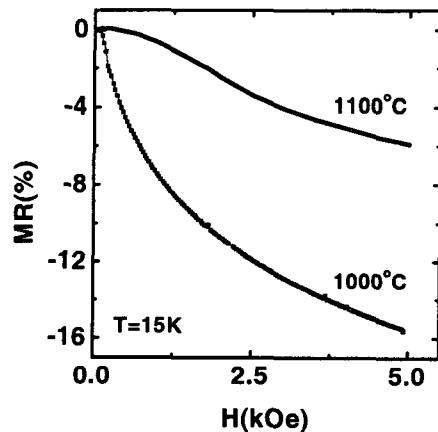


그림 1. 1000°C와 1100°C에서 소결한 BFMO의 MR

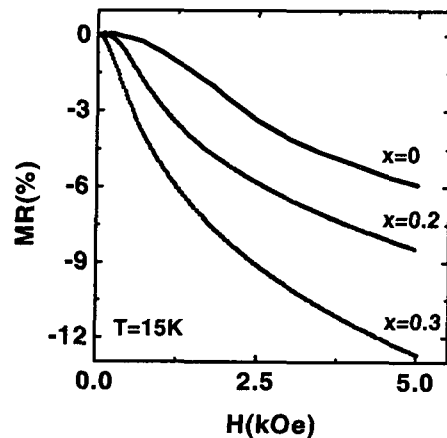


그림 2. 1100°C에서 소결한 시료들의 MR

표 1. 치환 정도와 소결 온도에 따른 $Ba_{2-x}La_xFeMoO_6$ 의 자화 및 자기저항

x	소결온도 ($^{\circ}C$)	T_c (K)	M at 5 kOe($\mu_B/f.u.$) @15 K	MR at 5 kOe(%) @15 k
0	1000	318	3.5	-15.6
0	1100	316	3.8	-5.9
0.1	1100	327	3.4	-5.5
0.2	1100	334	3.5	-8.4
0.3	1100	331	3.2	-12.7

정도에 따라서 MR비가 5.9%(x=0)에서 12.7%(x=0.3)으로 증가하였다. La 치환 양의 증가에 따라 BLFMO 다결정 시료의 융점은 높아지게 되어, 같은 온도에서 소결한 경우 La 치환 양이 많은 시료의 소결온도는 상대적으로 낮게 된다. 따라서 x의 증가에 따라 grain의 크기가 작아지면서 grain 사이에 계면이 늘어나 자기저항효과가 증가하는 것으로 판단된다.

4. 결론

열처리 온도에 다른 BFMO의 경우 저온에서 소결온도가 증가함에 따라 자기저항효과가 감소하였다. 소결 온도의 증가로 grain의 크기가 증가함에 따라 경계면 사이에 전자산란현상이 감소하여 자기저항효과가 줄어든 것을 확인하였다. BLFMO의 경우 x가 증가함에 따라 M값이 감소하였고, grain의 크기가 줄어들어 자기저항효과가 증가하는 것을 실험으로 확인하였다.

5. 참고문헌

- [1] K. -I. Kobayashi, T. Kimura, H. Sawada, K. Terakura, and Y. Tokura, Nature(London) **395**, 677 (1998).
- [2] J. Navarro, C. Frontera, Ll. Balcells, B. Martinez, and J. Fontcuberta, Phys. Rev. B **64**, 92411 (2001).
- [3] 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).
- [4] H. Q. Yin, J.-S. Zhou, R. Dass, J.-P. Zhou, J. T. McDevitt, and J. B. Goodenough, J. Appl. Phys, **87**, 6761 (2000).