

Ba₂FeMoO₆의 자기수송 특성

한국의국어대학교 한병진*
박정수
이보화

Magnetotransport properties of Ba₂FeMoO₆

Hankuk University of Foreign Studies B. J. Han*
J. S. Park
B. W. Lee

1. 서 론

페로브스카이트 망간계 산화물의 초거대자기저항(CMR : colossal magnetoresistance)현상은 과학적 흥미와 기술적 응용가능성 때문에 많은 관심을 끌어들였다. 그러나 망간계 산화물에서의 CMR 현상은 상대적으로 높은 자기장을 걸어주거나 낮은 온도에서 얻을 수 있기 때문에, 그 응용가능성에 대한 의문을 가지고 있었다. 최근에 Sr₂FeMoO₆ 다결정 시료에서 상온과 저자장하에서 스핀(spin)의 산란에 기인한 자기저항효과가 나타났다.¹ 이 화합물은 cubic 페로브스카이트ABO₃ 구조 안에서 교대로 구조적 위치를 점유한 전이금속 Fe와 Mo가 정렬해있는 이중 페로브스카이트 구조를 가지고 있으며, 강자성 전이온도 T_c가 410-450K인 금속적 성질을 보이고 있다.^{2,3} 높은 T_c와 반금속(half-metallic) 특성 때문에 상온에서 spin valve와 magnetic tunnel junction device 소자로서 Sr₂FeMoO₆의 응용가능성을 잘 보여주고 있다.¹ Ba₂FeMoO₆는 Sr₂FeMoO₆와 결정구조가 유사하고, 337K에서 강자성 전이가 일어나므로,² 상온과 저자장하에서 자기저항효과를 기대할 수 있다. 본 연구에서는 Ba₂FeMoO₆의 자기저항과 자기적특성에 대해 조사하였다.

2. 실험방법

Ba₂FeMoO₆을 고체상태반응법으로 제작하여, 1100℃에서 5% H₂/Ar gas를 주입하면서 24시간동안 후 열처리하였다. 비저항값은 4단자 ac 전기저항 측정방법으로 상온에서 12K까지 측정하였고, 자기적 특성은 Vibrating Sample Magnetometer을 이용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Ba₂FeMoO₆ 다결정체 시료는 분말 x-ray 회절측정에 의해 불순물 상이 없는 단일상임을 확인할 수 있었다. 결정구조는 Fm3m cubic 구조로, 격자상수는 8.0718Å이다.

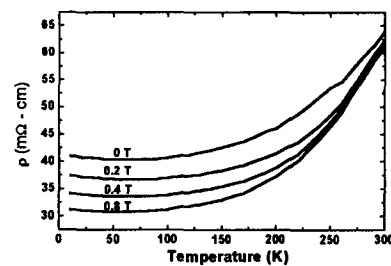


Fig. 1 Temperature dependence of the resistivity of polycrystalline Ba₂FeMoO₆ at zero field and under magnetic field.

Fig. 1은 자기장내에서 온도에 따른 비저항값을 나타낸 것으로, 비저항값은 온도가 낮아짐에 따라 감소하는 금속적 특성 ($d\rho/dT > 0$)을 보이고 있다. 외부자기장이 증가함에 따라 동일한 온도에서 저항이 감소함을 알 수 있다. 특히, 자기장에 따른 비저항의 변화가 $H < 0.2T$ 의 자기장에서 현저함을 알 수 있다.

자기저항비(MR)는 아래와 같이 정의하였다.

$$MR(H) = \Delta\rho(H) / \rho(0) = [\rho(H) - \rho(0)] / \rho(0) \quad (1)$$

여기서, $\rho(0)$ 은 자기장이 0일 때 비저항이고 $\rho(H)$ 은 자기장하에서의 비저항이다. MR값은 0.8T의 자기장에서 12K에서는 -25%, 300K에서는 -5%의 값이 나왔다. Fig. 2는 300K에서 MR과 자화(magnetization)를 나타낸 것이다. 저자기장 하($H < 0.1T$)에서 MR곡선은 가파르게 변화하며, 이 변화는 자구(magnetic domain)의 운동에 따른 자화곡선의 변화와 일치한다.

Fig. 3은 MR과 자화곡선의 관계를 나타낸 것이다. MR이 스핀의 산란에 기인하는 경우, 저자기장에서 MR은 다음과 같이 M의 제곱에 비례한다.⁴

$$MR = 1 - [M/M_s]^2. \quad (2)$$

여기서 M은 magnetization이고 M_s 은 $H=0.8T$ 에서의 magnetization이다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 MR 변화는 M^2 에 비례함을 보여준다.

4. 결 론

Ba_2FeMoO_6 시료는 상온에서 강자성체이며, 온도에 따른 전기저항은 금속적 특성을 보였다. 12K에서 -25%, 300K에서 -5%의 자기저항 효과가 나타났고, MR의 변화는 M^2 에 비례함을 보여, 이는 스핀의 산란에 기인함을 알 수 있었다.

5.참고문헌

- [1] K. -I. Kobayashi, T. Kimura, H. Sawada, K. Terakura, and Y. Tokura, Nature (London) 395 677 (1998).
- [2] F. S. Galasso, F. C. Douglas, and R. J. Kasper, J. Chem. Phys. 44 1672 (1966).
- [3] M. Itoh, I. Ohta, and Y. Inaguma, Mater. Sci. Eng. B 41 55 (1996).
- [4] C. L. Chien, J. Q. Xiao, and J. S. Jiang, J. Appl. Phys. 73 5309 (1993).

본 연구는 KOSEF(97-07-02-04-01-5) 지원에 의한 것임.

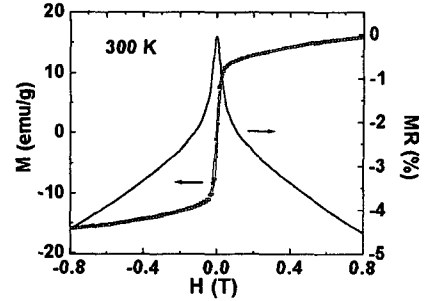


Fig. 2 Isothermal magnetoresistance and magnetization curves as function of magnetic field for polycrystalline Ba_2FeMoO_6 at 300 K.

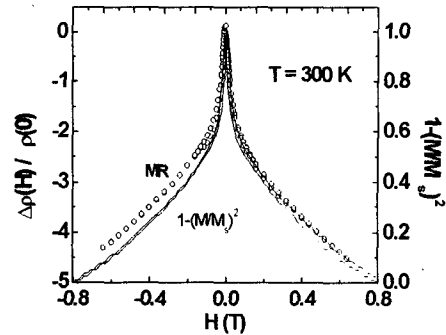


Fig. 3 The normalized magnetization dependences of MR. Solid line is a fitting line.