

Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-y}Fe_yO₃의 자기적 특성

위디안센*, 김재영, 이보화

한국의국어대학교 물리학과

1. 서론

ABO₃ 페로스카이트 물질은 여러 응용분야에서 사용되는 흥미로운 물질 중 하나이다. A, B 이온들의 valence에 따라 결정구조와 물리적 성질이 결정된다. BaTiO₃(BTO)는 상온에서 tetragonal 구조의 낮은 Curie 온도 ($T_c = 120$ °C)를 가지는 ferroelectric 물질로, capacitor, piezoelectric sensor, PTCR (positive temperature coefficient of resistance) 등의 다양한 응용에 사용되고 있다[1]. BTO에 Bi를 치환한 시료들에서는 dielectric 상수와 T_c 가 증가하고[2], 반면에 Fe을 치환한 시료들에서는 ferromagnetic ordering이 증가하는 것으로 알려져 있다[3]. 본 연구에서는 Ba²⁺ site에 Bi³⁺ ion을 Ti⁴⁺ site에 Fe³⁺ ion을 치환한 다결정체를 합성하여 자기적 특성을 연구하였다.

2. 실험방법

다결정체 Ba_{1-x}Bi_xTi_{1-y}Fe_yO₃ ($0 \leq x \leq 0.1$; $0 \leq y \leq 0.1$)의 시료들을 고체 상태 반응법으로 공기 중 1300°C에서 12 시간 소결하여 합성하였다. X-선 회절 측정(Rigaku, Mini Flex)을 통하여 시료들의 상을 확인하였고, vibrating sample magnetometer (Lake Shore, model 7404)를 이용하여 상온에서 자기이력곡선(M-H)을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

X-선 회절 측정 결과 tetragonal 구조를 가지는 BTO에 Bi를 치환한 시료들($0 \leq x \leq 0.1$; $y=0$)은 tetragonal 구조를 가지고, Fe를 치환한 경우($x=0$; $0 \leq y \leq 0.1$)는 tetragonal 구조와 hexagonal 구조가 공존하는 것으로 보였다. 또한 Bi의 치환 양이 Fe의 치환 양과 같거나 많은 경우($x \geq y$)는 tetragonal 구조를 보이나, Bi의 치환 양이 Fe의 치환 양보다 적은 경우($x < y$)는 tetragonal 구조와 hexagonal 구조가 공존하는 것으로 보였다.

Fig. 1은 상온에서 치환 양에 따른 자기이력곡선을 측정한 결과이다. Fig. 1 (a)는 $x=0.05$, $y=0$ 인 시료의 측정 결과로 diamagnetic 특성을 보이며, Fe의 양을 증가시킨 시료($x=0.05$; $y=0.05$)는 Fig. 1 (b)와 같이 paramagnetic 특성을 보인다. Fe의 양을 더 증가시키면($x=0.05$; $y=0.07$) Fig. 1 (c)와 같이 보자력이 큰 자기 이력 특성을 보이지만, paramagnetic 특성을 보이는 시료($x=0.05$; $y=0.05$)에서 Bi의 양을 줄이면 ($x=0.02$; $y=0.05$) Fig. 1 (d)와 같이 ferrimagnetic 특성으로 바뀐다. 또한 큰 자기 이력 특성을 보이는 시료($x=0.05$; $y=0.07$)에서도 Bi의 양을 줄이면 ferrimagnetic 특성이 보였다. Bi와 Fe의 치환 양에 따라 다른 자기적 특성을 보이는 요인으로 octahedral site에서 Fe³⁺의 high spin 상태와 oxygen vacancies 영향으로 생각할 수 있다[3,4].

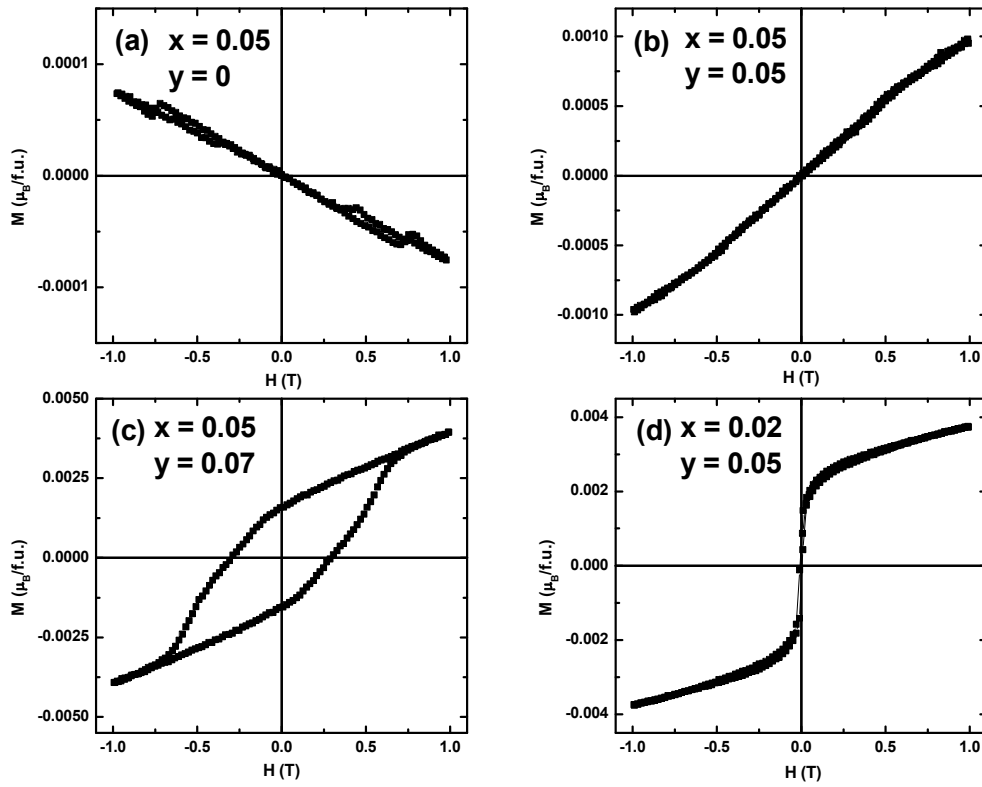


Fig. 1. Magnetic hysteresis (M-H) of a) $\text{Ba}_{0.95}\text{Bi}_{0.05}\text{TiO}_3$, b) $\text{Ba}_{0.95}\text{Bi}_{0.05}\text{Ti}_{0.95}\text{Fe}_{0.05}\text{O}_3$, c) $\text{Ba}_{0.95}\text{Bi}_{0.05}\text{Ti}_{0.93}\text{Fe}_{0.07}\text{O}_3$, d) $\text{Ba}_{0.98}\text{Bi}_{0.02}\text{Ti}_{0.95}\text{Fe}_{0.05}\text{O}_3$ measured at room temperature.

4. 참고문헌

- [1] M. M. Vijatović, J. D. Bobić, and B. D. Stojanović, *Science of Sintering*, **40**, 235 (2008).
- [2] X. P. Jiang, M. Zeng, K. W. Kowk, and H. L. W. Chan, *Key Engineering Materials* **334**, 977 (2007).
- [3] F. Lin, D. Jiang, K. Ma, and W. Shi, *J. Magn. Magn. Mater.* **320**, 691 (2008).
- [4] Y. W. Song, Y. Ma, H. Xiong, Y. Q. Jia, M. L. Liu, and M. Z. Jin, *Mater. Chem. Phys.* **78**, 660 (2003).