

Shape에 따른 Bismuth Iron Oxide의 자기적 특성 연구

한승규*, 김삼진, 김철성

국민대학교 물리학과

1. 서론

Bismuth iron oxide는 상온에서 반강자성(antiferromagnetism) 및 강유전성(ferroelectricity) 특성이 동시에 구현되는 다강체(multiferroics)로써, 최근에는 단결정 및 박막의 제조, 입자크기에 따른 효과 등 다양한 연구가 진행되고 있다[1-3]. 본 연구에서는 수열합성법(hydrothermal method)을 이용한 BiFeO₃ 단일상을 제조하여 입자 모양 및 크기에 따른 자기적 특성 변화에 대하여 연구하였다.

2. 실험방법

BiFeO₃ 조성의 단일상 분말 시료는 수열합성법으로 제조하였다. Bismuth nitrate와 iron nitrate를 nitric acid와 DI-water가 혼합된 용액에 녹인 후, KOH solution을 첨가하였다. 혼합된 시료를 autoclave 용기에 넣은 후 200°C에서 3시간 동안 열처리를 하였다. Absolute ethanol과 DI-water로 세척 후 60°C에서 건조시켜 단일상의 microsphere와 microcube를 제작 하였다. BiFeO₃의 결정학적 특성은 x-선 회절(XRD)을 측정하여 Rietveld 정련법을 이용한 Fullprof program으로 분석하였다. 입자의 크기와 형상을 확인하기 위해 전계방출형 주사전자현미경(field emission scanning electron microscope; FE-SEM)을 이용하였으며, 진동시료형 자화율 측정기(vibrating sample magnetometer; VSM)를 사용하여 자기적 특성을 연구하였다. 뫼스바우어(Mössbauer) 스펙트럼은 ⁵⁷Co 단일선을 사용하는 전기 역학적 등가속도형 뫼스바우어 분광기를 이용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

수열합성법으로 제조된 BiFeO₃는 KOH 첨가량에 따라 형상이 변하는 것으로 보고되었다[2]. 본 연구에서는 KOH의 몰농도가 8 M인 경우 microsphere가 생성되었고, 12 M인 경우에는 microcube가 생성되었다. FE-SEM 측정 결과, 그림 2와 같이 microsphere의 입자의 크기는 평균 40 μm이며 microcube는 평균 30 μm임을 확인하였다. 그림 1은 형상에 따른 BiFeO₃의 x-선 회절 분석 결과이며, 분석 결과 시료의 결정구조는 R3c의 공간그룹을 갖는 rhombohedral 구조이고, microsphere인 경우 (110) 방면으로, microcube인 경우 (104) 방면으로 성장함을 확인할 수 있었다. VSM 측정결과 반강자성임을 확인하였으며, 뫼스바우어 측정결과 2-set 으로 분석이 되었다. 초미세 자기장은 $H_{hf1} = 503$ kOe, $H_{hf2} = 489$ kOe 이고, 전기사중극자분열치 $\Delta E_{Q1} = 0.10$ mm/s, $\Delta E_{Q2} = 0.03$ mm/s로 분석되었으며, 이성질체 이동치는 각각 $\delta_1 = 0.28$ mm/s, $\delta_2 = 0.29$ mm/s 으으로써 철 이온이 모두 Fe³⁺ 상태로 존재함을 확인하였다.

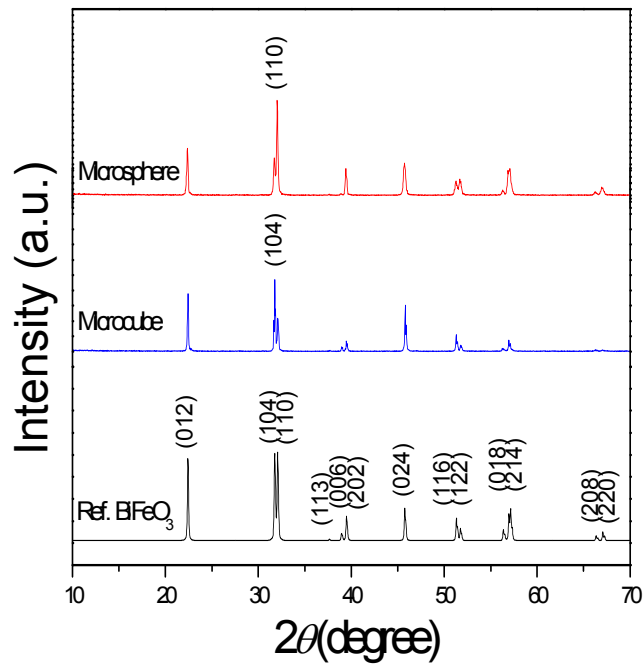


Fig.1 XRD patterns of BiFeO₃

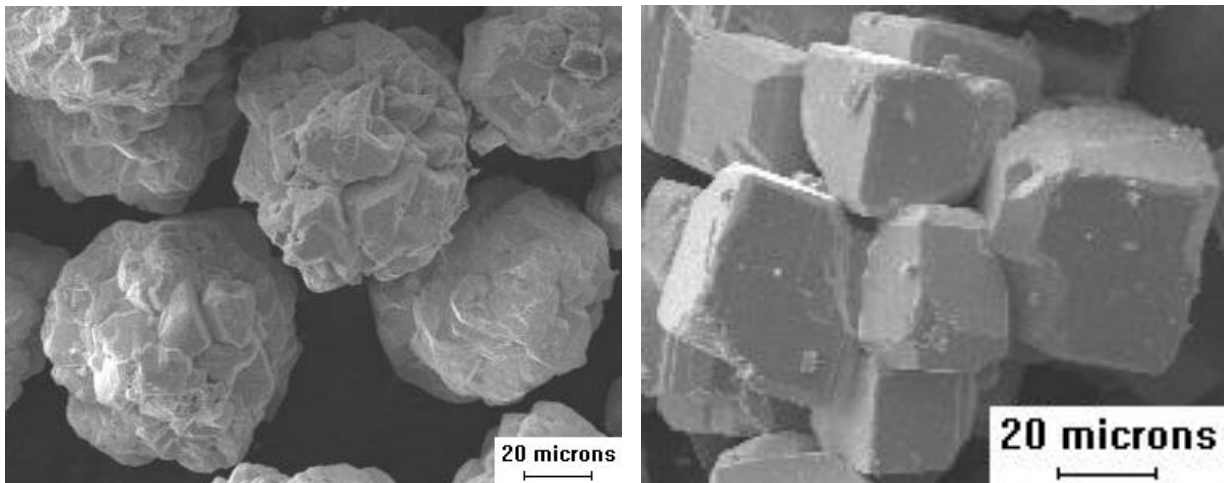


Fig.2 FE-SEM image of BiFeO₃

4. 참고문헌

- [1] G. Catalan, and J. F. Scott, Physics and Applications of Bismuth Ferrite, *Adv. Mater.*, **21**, 1 (2009).
- [2] S. Li, Y.H. Lin, B.P. Zhang, Y. Wang and C.W. Nan, Controlled fabrication of BiFeO₃ uniform microcrystals and their magnetic and photocatalytic behaviors. *J Phys Chem C.*, **114** (2010).
- [3] Sosnowska, I. Przenioslo, R. Fischer, P. Murashov, V.A., *J. Magn. Magn. Mater.*, **160**, 384, (1996).