

# Na<sub>2</sub>FeP<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 양극물질의 자기적 특성 연구

최현경<sup>1,\*</sup>, 고태준<sup>1</sup>, 김철성<sup>1</sup>, 김성백<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국민대학교 물리학과

<sup>2</sup>건양대학교 기초교육학부

## 1. 서론

최근 차세대 에너지소재로 각광받고 있는 소듐, 리튬이차전지의 양극물질 연구가 활발히 진행 중이다. 소듐 배터리는 낮은 가격과 뛰어난 전기화학적 성능을 보이며, 그 중에서도 높은 열적 안정성을 보이는 Na<sub>2</sub>FeP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 양극물질에 주목할 수 있다. Na<sub>2</sub>FeP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 양극 물질은 3 V 의 높은 작동 전압을 가졌으며, 이론 용량은 90 mAh/g 으로 우수한 성능을 가지고 있다. 본 연구에서는 Na<sub>2</sub>FeP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 물질의 결정학적 특성과 자기적 특성을 연구하였다.

## 2. 실험방법

본 연구에서는 Na<sub>2</sub>FeP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 분말 시료를 직접합성법을 이용하여 제조하였다. 출발 물질인 Na(CH<sub>3</sub>COO), NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O를 계산된 당량비로 혼합하여, agate mortar에서 30분 동안 그라인딩 한 후에, 350 °C 에서 Ar 분위기로 3시간 동안 하소였다. 그 후, 하소한 시료를 다시 agate mortar에서 그라인딩 한 후에, pellet으로 성형한 시료를 600 °C 에서 Ar 분위기에서 소결하였다. x-선 회절 장치 (XRD)을 통하여 시료의 결정학적 특성을 측정하였고, Rietveld 정련법을 통해 분석하였다. 진동시료형 자화측정기 (VSM) 측정을 통하여 상온에서의 거시적 자화 특성을 측정하였고, 피스바우어 분광 실험을 이용하여 미시적인 자기적 특성 변화를 확인하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

직접합성법으로 제조된 Na<sub>2</sub>FeP<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 양극 물질은 Fullprof 프로그램을 통해 Rietveld 분석 결과, *PI*공간군을 갖는 triclinic 구조로 확인되었다. 격자 상수는  $a_0 = 6.458 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9.504 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 11.013 \text{ \AA}$ ,  $\alpha = 64.816^\circ$ ,  $\beta = 86.164^\circ$ ,  $\gamma = 73.063^\circ$ 로 분석되었다. 자기적 특성을 얻기 위하여 VSM 실험을 진행하였으며, ZFC-FC 곡선 데이터를 얻었다. 또한, 시료의 reorientation 현상을 알아보기 위하여 VSM 실험을 토대로 피스바우어 분광실험을 실시하였다. 최소자승법으로 분석하였으며, 널 온도 이하의 구간에서 피스바우어 스펙트럼은 8개의 비대칭으로 확인되었다.

## 참고문헌

- [1] P. Barpanda, G. Liu, C. D. Ling, M. Tamaru, M. Avdeev, S. Chung, Y. Yamada, and A. Yamada, *Chem. Mater.*, 2013, **25** (17), pp 3480–3487
- [2] Y. H. Jung, C. H. Lim, J. Kim, and D. K. Kim, *RSC Adv.*, 2014, **4**, 9799-9802