

LiFe_{0.95}V_{0.05}FePO₄의 자기적 및 전기적 특성 연구

고병욱*, 손진영, 김삼진, 김철성

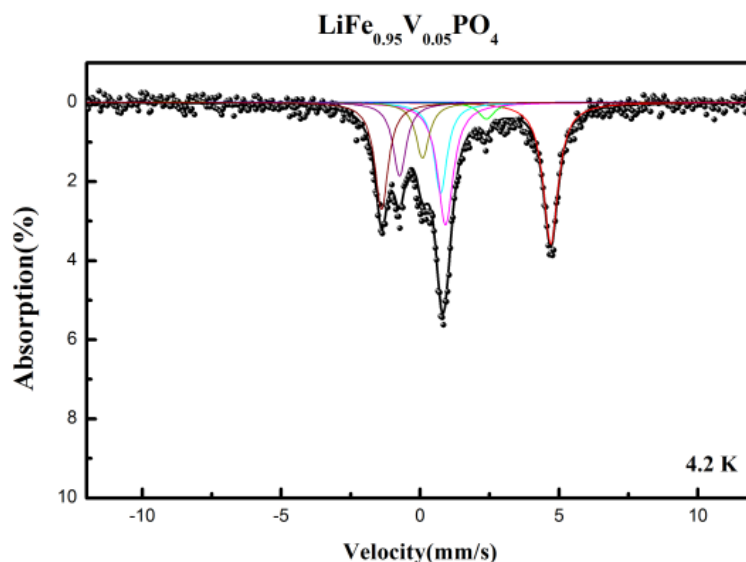
국민대학교 물리학과

1. 서론

Olivine 계열의 이차전지 양극물질 리튬인산철(LiFePO₄)의 효율 향상을 위하여 현재 많은 연구가 진행되고 있다. 카본 코팅 및 나노 입자 제조, Fe 이외의 다른 전이 금속을 치환 하는 등 여러 가지 연구가 활발히 진행되는 가운데, 본 연구에서는 2가부터 5가까지 다양한 이온가로 존재하는 전이금속인 Vanadium을 2가 이온 형태로 존재하는 LiFe_{0.95}V_{0.05}FePO₄ 제조하여 자기적 및 전기적 특성을 연구하였다.

2. 실험방법

V가 2가 이온으로 존재하는 LiFe_{0.95}V_{0.05}FePO₄ 분말 시료는 직접 합성법으로 제작되었다. 시작 물질인 Li₂CO₃, NH₄VO₃, NH₄H₂PO₄, FeC₂O₄ · 2H₂O를 당량비로 혼합 하여 마노 유발을 사용해 그라인딩하였다. 혼합된 시료를 350 °C로 4시간 동안 하소(calcination)하고 하소한 시료를 유압 압축기를 이용하여 5000 N/cm²로 압축(pelleting), 700 °C에서 10시간 동안 소결(sintering)하였다. 이러한 열처리 과정은 모두 Ar 가스 분위기에서 진행되었다. 제조한 시료를 XRD(X-ray diffractometer)를 사용하여 측정하였고, XRD 패턴을 Full Prof 프로그램을 사용하여 Rietveld 정련법으로 결정학적 구조를 분석하였다. 자기적 특성을 측정하기 위해 VSM(vibrating sample magnetometer)을 사용하여 온도에 따른 자화 변화를 측정하였고, Mössbauer 분광 실험을 통해 LiFe_{0.95}V_{0.05}FePO₄ 분말 시료의 미세적인 자기적 특성을 측정하였다. 또한 코인 셀(coin cell)형태로 제작하여 충·방전 실험을 통해 전기적 특성을 확인하였다.



3. 실험결과 및 고찰

직접합성법으로 제조된 LiFe_{0.95}V_{0.05}FePO₄ 분말 시료는 공간그룹이 Pnma인 orthorhombic 구조로 분석 되었다. VSM(vibrating sample magnetometer)을 사용한 온도에 따른 자화 변화를 측정한 결과 반강자성체에서 상자

성체로 자기 상전이가 일어나는 널온도(T_N)를 확인하였고, 보통의 반강자성과 다른 spin reorientation 현상을 확인 할 수 있었다. 또한 Mössbauer 분광 실험을 통해 널온도(T_N)이하에서는 비대칭의 8라인 흡수선을, 널온도(T_N) 이상에서는 대칭적인 doublet 형태의 흡수선을 측정 및 분석하였다. 분석결과, 4.2 K에서 초미세 자기장 $H_{hf} = 124.33$ kOe, 전기 4중극자 분열치 $\Delta E_Q = 2.75$ mm/s, 이성질체 이동치(δ) = 1.24 mm/s로 분석되었다. 4.2 ~ 295 K에서 이성질체 이동치(δ)를 구한 결과, Fe 이온은 Fe^{2+} 상태로 존재한다는 것을 확인하였다. 마지막으로 코인 셀을 제작하여 충·방전 실험을 한 결과 이 시료의 구동전압을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] J. Wang and X. Sun, Energy Environ. Sci. **8**, 1110 (2015).