

Zn nano-ferrite의 플라즈마 처리를 통한 자기적 특성 및 온열치료 응용 연구

이상준^{1*}, 임정태¹, 한은주², 김철성¹

¹국민대학교 물리학과

²수원대학교 물리학과

1. 서론

수 나노 크기의 물질에서 나타나는 특이한 자기적 현상을 응용하여 최근 바이오 산업에서의 응용 및 의학계에서 활발히 연구되고 있다. 특히, 약물전달 물질, MRI 조영제, 온열치료 등에 나노입자가 사용되면서 나노기술과 바이오기술의 복합적인 연구가 진행 중에 있다[1]. 따라서, 본 연구에서는 고온 열분해법 (high temperature thermal decomposition method)으로 제조된 $ZnFe_2O_4$ 시료의 결정학적 및 자기적 특성을 바탕으로 Ar 플라즈마 조사 전 후의 특성 변화를 이용, 온열치료에 응용될 수 있는 가능성에 대해 연구하였다.

2. 실험방법

나노 크기의 $ZnFe_2O_4$ 시료를 고온 열분해법 (high temperature thermal decomposition method)을 이용하여 제조하였다. 출발물질로는 순도 99 %의 iron(III) acetylacetonate ($[CH_3COCH=C(O)CH_3]_3Fe$), 97 %의 Zn(II) acetylacetonate ($[CH_3COCH=C(O)CH_3]_2Zn$)를 이용하였고, 용매로는 benzyl ether를, 계면활성제 역할로서 oleic acid 와 oleylamine을 함께 사용하였다. 4 mmol의 iron(III) acetylacetonate와 2 mmol의 Zn(II) acetylacetonate를 30 ml의 benzyl ether가 채워져 있는 플라스크에 혼합한 후, 6 mmol의 oleic acid와 oleylamine을 첨가하여 용매인 benzyl ether의 끓는점인 298 °C까지 승온시켜 1시간 동안 유지하며 입자들의 반응을 유도하였다. 이 후, 온도를 200 °C까지 하강시켜 30분 동안 유지하여 최종 물질의 입자크기가 균일하며 분산효과를 높이고자 하였다. 그 후, 용매의 온도를 상온까지 하강시켜 40 ml의 ethyl alcohol과 혼합하고 8000 rpm으로 20분간 원심 분리하여 침전물을 획득하였다. ethyl alcohol 과의 혼합은 합성된 나노입자와 불필요한 고분자 물질의 분리를 유도하기 위함이다. 획득한 침전물을 10 ml의 hexane에 용해시킨 후 30 ml의 ethyl alcohol과 혼합하여 8000 rpm으로 20분간 원심 분리하였다. hexane에 용해시키는 이유는, 남아있는 고분자 물질을 추출해내는 데 효과적이며 응집현상을 감소시켜주기 때문이다. 이러한 원심분리 과정을 3회 거치고, 획득한 침전물을 진공건조기에서 충분히 건조시켜 최종 물질인 $ZnFe_2O_4$ 시료를 제조하였다. 그 후, Argon 기체로 분위기를 조성하고 플라즈마 발생장치를 통해 시료에 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

합성된 $ZnFe_2O_4$ 의 결정학적 구조는 큐빅 스피넬의 단일상임을 확인하였으며, 분석구조 인자 (R_B)와 Bragg 인자 (R_F)는 5 %미만으로 격자상수 (a_0)는 8.4064 Å으로 분석하였다. 입자의 평균 크기는 scherrer equation을 통하여 13.1 nm 임을 확인하였다. 진동시료 자화율 측정기를 이용하여 상온에서 15 kOe까지 자기이력곡선을 측정하였다. 그 결과 플라즈마 처리 전의 포화자화 값과 보자력은 83.614 emu/g, 17.289 Oe로 확인되었으며, 플라즈마 처리 후의 값은 84.090 emu/g, 16.175 Oe로 포화자화 값이 미량 증가함을 보였다. 4 K에서 800 K까지 100 Oe내에서 자화곡선을 측정하였으며, 425 K부근에서 T_B (blocking temperature)가 나타남을 확인하였다. 미시적인 자기적 특성을 확인하기 위해 4.2 K 에서부터 800 K까지 뫼스바우어 분광실험을 실시하였다. 이성질체

이동치를 통해 모든 부격자에서 Fe^{3+} 상태임을 확인하였다. 시료의 자가 발열 특성을 알아보기 위해 인체에 무해한 25 mT의 유도자기장을 112 kHz로 인가하여 측정하였다. 플라즈마 처리 후의 자가 발열 온도가 처리 전의 온도보다 5 °C정도 증가함을 나타내었다. 이는 플라즈마 처리 후의 포화자화 값과 뮌스바우어를 통한 미시적 자기 특성의 증가로 인한 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- [1] Amit P. Khandhar, *et al.*, J. Appl. Phys. **111**, 07B306 (2012).