

Fe wire 전기폭발법을 이용한 자성유체용 Fe₃O₄ 자성 파우더 제작

박정갑^{1,*}, 이정우¹, 백승빈¹, 임태진², 이태일², 서수정¹

¹성균관대학교 신소재공학과

²㈜태한이엔씨

1. 서론

자성유체란(Ferrofluid) 마그네타이트(Magnetite, Fe₃O₄)와 같은 자성 분말을 안정하게 분산시키기 위해 콜로이드 용액으로 원심력과 자기장 속에서 분산질과 분산매의 분리가 일어나지 않으며, 외관상 액체가 강자성을 띠어 있어, 액체의 유동이 자기장에 의해 통제될 수 있다. 자성유체는 1960년 대 미항공우주국(NASA)에서 로켓연료를 자성유체화하여 무중력 상태에서도 연료탱크 속에 고정하기 위한 연구에서 개발되기 시작하였다. 그 후 높은 자속이 걸리는 부분의 자성유체를 주입시켜 밀봉(sealing) 작용을 하여, 우주복 등에 적용되었다. 현재에는 여러 가지 기계장치의 구동축이나 컴퓨터 하드드라이브, 회적축의 윤활 및 밀봉, 자성잉크, 복사현상액, 자성도료 등의 기록재료, 발전기의 열교환기, 의료기, 스피커 등에 응용, 지폐의 종류와 진위 여부 판단 등에 사용되고 있다. 그리하여 본 실험에서는 자성유체에 사용되는 Fe₃O₄ 나노파우더 제작을 위하여 Fe wire를 전기폭발하여 나노파우더를 제조하여 특성을 분석하였다.

2. 실험방법

본 실험방법으로는 먼저 99.999%의 고순도 0.2mm Fe wire를 준비하여 전기폭발 장치에 Fe wire를 연결하고 챔버에 1.2L의 DI water를 채워 넣었다. 공정 조건으로는 24mm의 전극간 거리를 설정하고, 1.5 kV의 공정 전압으로 약 4500회 전기 폭발시켜 나노사이즈를 가지는 Fe₃O₄ 자성파우더를 제조하였다. 제조된 Fe₃O₄ 자성 파우더에 계면활성제를 코팅하기 위하여 올레인산 파우더를 약 3g 첨가하여 2시간동안 초음파공정을 진행하였다. 계면활성제까지 코팅된 Fe₃O₄ 자성파우더를 건조시키기 위하여 100nm Mesh망의 Filter sheet를 이용하여 파우더만 Filter시켜 60℃ 온도에서 약 15시간 Oven에서 건조시켜 나노사이즈를 가지는 Fe₃O₄자성 파우더를 제조하게 되었다.

3. 실험결과 및 고찰

0.2mm의 Fe wire를 전기폭발시켜 나노사이즈를 가지는 Fe₃O₄ 자성 파우더를 제조하였다. 사이즈 분석을 위한 TEM 분석 결과 약 10~30nm 평균입도를 가지는 자성파우더를 확인하였으며, XRD를 통하여 Fe₃O₄의 결정구조를 갖는 것을 확인하였다. 마지막으로 VSM 분석 장비를 통하여 54 emu/g의 Ms(포화자화)값을 측정하였다. 여기서 포화자화값은 제조된 자성파우더의 건조 조건(건조 온도 및 분위기)을 최적화한다면 보다 향상될 수 있을 것이다.

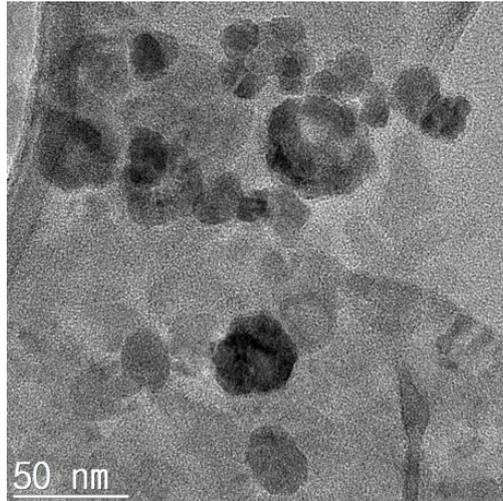


그림. 제조된 Fe₃O₄ 파우더의 TEM분석 이미지.

4. 결론

0.2mm의 99.999%의 고순도 Fe wire를 이용하여 전기폭발시켜 Fe₃O₄의 결정구조를 가지고, 54 emu/g의 포화자화값, 약 10~30nm의 평균입도 및 균일한 입도분포를 가지는 자성파우더를 제작하였다.

5. 참고문헌

Fe₃O₄ magnetic nanoparticles synthesis from tailings by ultrasonic chemical co-precipitation, Materials Letters 65 (2011) 1882–1884