

화학기상응축법을 이용한 γ -Fe₂O₃ 나노분말의 합성 (Synthesis of γ -Fe₂O₃ Nanoparticle by Chemical Vapor Condensation Process)

한양대학교 유지훈, 이창우, 임성순, 이재성

1. 서론

입방정 스피넬 구조를 갖는 γ -Fe₂O₃의 입자가 나노미터 크기로 작아지면 초상자성 특성을 나타낸다. 초상자성 재료는 거대자기저항 특성을 이용한 차세대 정보저장매체로 응용이 가능할 뿐만 아니라, 자기열적 효과(magnetocaloric effect)를 이용하여 냉매를 사용하지 않는 냉동장치에도 응용될 수 있다. 본 연구에서는 고순도의 극미세한 분말을 무응집 상태로 제조할 수 있는 화학기상응축법을 이용하여 γ -Fe₂O₃ 나노분말을 합성하였고 분말의 특성을 평가하였다.

2. 실험방법

Iron(III) acetylacetonate를 isopropyl alcohol 용매에 녹여 0.1, 1.0 M 용액으로 전구체를 제조하였다. 전구체 용액은 170°C로 유지된 기화기 내부로 분당 0.3 ml의 속도로 주입하여 기화시킨후, 800°C로 유지된 반응기로 유입되었다. 이때 기화된 전구체의 수송기체로 He를 분당 1 l, 반응기체인 O₂는 분당 2 l로 함께 반응기 내부로 유입하였다. 합성된 γ -Fe₂O₃ 나노분말을 수냉된 포집기에서 채취하여 XRD와 Mössbauer 분광기를 이용하여 상분석을 수행하였으며, BET, TEM을 이용하여 분말의 입도와 형상을 관찰하였다.

3. 결과 및 토의

XRD 상분석 결과, 합성된 분말은 모두 γ -Fe₂O₃로 이루어져 있었으며, 기타 다른 철산화물 상(α -Fe₂O₃, FeO, Fe₃O₄ 등)은 발견되지 않았다. XRD 결과의 주피크 반가쪽으로부터 구한 γ -Fe₂O₃ 나노분말의 평균결정입도는 약 10 nm였다. Mössbauer 분광분석 결과, 합성된 분말은 Fe₃O₄가 아닌 역스피넬 구조를 갖는 γ -Fe₂O₃인 것으로 확인되었다. 합성된 분말을 TEM을 이용하여 관찰한 결과, 각진 형태의 단분산된 γ -Fe₂O₃ 나노분말들이 느슨하게 결합하고 있는 것으로 나타났다. 기존의 연구에 의하면 γ -Fe₂O₃는 1800°C 이상의 고온에서 합성이 가능한 것으로 보고되어 있으나^(1, 3), 본 연구에서는 매우 낮은 온도인 800°C에서도 안정한 상태의 γ -Fe₂O₃ 분말을 나노미터 크기로 제조할 수 있었다.

4. 결론

Iron(III) acetylacetonate를 isopropyl alcohol에 녹인 전구체를 이용하여 화학기상응축법으로 10 nm 크기를 갖는 γ -Fe₂O₃ 나노분말을 성공적으로 합성하였다. 특히, 이 γ -Fe₂O₃ 분말은 입도가 비교적 균일할 뿐만아니라, 응집이 거의 일어나지 않은 분산상태로 제조되었다. 또한 비교적 낮은 온도인 800°C의 반응온도에서도 안정한 상태의 γ -Fe₂O₃ 나노분말을 제조할 수 있었다.

5. 참고문헌

- (1) Grimm, S. et al.; Flame pyrolysis - a preparation route for ultrafine pure γ -Fe₂O₃ powder and the control of their particle size and properties, *J. Mater. Sci.*, **32** (1997) 1083.
- (2) Vergnon, P.G. and Landoulsi, H.B.; Formation of ultrafine Fe₂O₃ aerosols from a flame supported reaction, *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.*, **19** (1980) 147.
- (3) Zachariah, M.R. et al.; Formation of superparamagnetic nanocomposites from vapor phase condensation in a flame, *NanoStructured Mater.*, **5** (1995) 383.