

전기수력학적 분무법을 이용하여 SiO₂로 코팅된 Fe₂O₃ 나노입자의
제조 및 평가
(Fabrication and evaluation of SiO₂ coated Fe₂O₃ nanoparticles by
electro-hydrodynamic spray method)

좌용호^{1*}, 양재교¹, 안진홍², 전기수², 안강호²

¹ 경기도 안산시 사1동 1271 한양대학교 화학공학과 기능성나노재료연구실

² 경기도 안산시 사1동 1271 한양대학교 기계공학과

1. 서론

초상자성 특성을 갖는 나노 입자들은 약물전달시스템(DDS), MR 조영제, 단백질 분리정제 및 국부 온열치료 등 의료분야로의 응용이 기대되고 있다. 자성 입자가 초상자성 특성을 유지하기 위해서는 자성 입자간 상호작용과 응집을 피해야 한다. 그러나 나노 크기의 입자는 자유에너지의 감소를 위해 응집을 하기 때문에 이를 억제하여 초상자성 특성을 유지하기 위해서는 유기물 또는 무기물을 이용하여 자성입자를 코팅해야 된다. 본 연구에서는 전기수력학적 분무법을 이용하여 초상자성 특성을 갖는 나노 입자를 제조하였다. 전기수력학적 분무법은 노즐 안으로 일정 유량의 액상 전구체를 주입하며, 동시에 고전압을 인가하여 노즐 끝의 액상 전구체의 표면장력을 붕괴하여 vapor를 발생시키는 방법이다. 전기수력학적 분무법에 의해 제조된 나노 입자는 균일하며 응집하지 않은 구형의 형상을 이루고 있었다.

2. 실험방법

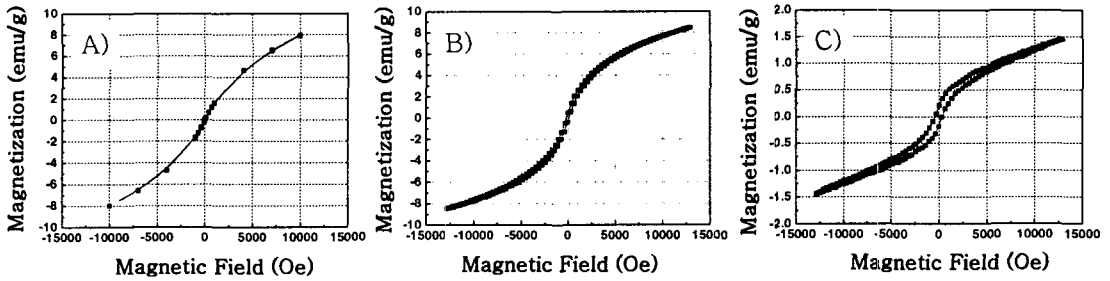
이러한 Fe₂O₃/SiO₂ 나노입자를 제조하기 위하여 출발 물질로 Fe(CO)₅ (Iron Pentacarbonyl, 99.999%, Aldrich)과 TEOS (Tetraethylorthosilicate, 98%, Aldrich)를 사용하였다. 전구체를 미립화하기 위하여 electro-spray 노즐에 syringe pump를 사용하여 일정한 유량의 전구체를 주입하였으며, 이때 DC power supplier를 이용하여 -4.5 kV의 전압을 인가하였다. 인가된 고전압에 의해 노즐 끝의 액상 전구체의 표면장력이 붕괴되며 발생된 미세한 vapor는 질소와 산소의 1대 1의 비율로 혼합된 carrier gas에 의해 반응로 안으로 이동한다. 이 precursor vapor는 400~900°C로 가열된 반응로 안에서 열분해 되며 입자를 형성한다. 생성된 Fe₂O₃/SiO₂ 나노입자는 X-선 회절분석기를 이용하여 상분석과 입자 크기를 분석하였고, 투과전자현미경(TEM) 을 이용하여 미세구조관찰 및 회절패턴을 이용한 상분석을 하였다. 자기적 특성을 분석하기위해 SQUID (Superconducting Quantum Intererence Device) 를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

Fe₂O₃/SiO₂ 나노입자는 α-, γ-Fe₂O₃, 그리고 비정질 SiO₂로 구성되어 있다. 챔버 온도의 증가에 따라 α-Fe₂O₃의 입자크기와 상분율이 증가하였다. 800°C에서 제조된 70vol.% Fe₂O₃/SiO₂ 나노입자는 약 30 nm 크기이며, 보자력은 360 Oe 이었다. 같은 온도에서 제조된 40vol.% Fe₂O₃/SiO₂ 나노입자는 약 5 nm 크기이며, 초상자성 특성을 나타내었다.

4. 결론

전기수력학적 분무법을 이용하여 초상자성 특성을 갖는 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ core-shell 나노입자를 제조하였으며, 약물전달시스템(DDS), MR 조영제, 단백질 분리정제 및 국부온열치료 등 의료분야로의 응용이 기대된다.



< Fig.1. The magnetic property of $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ nanoparticles prepared at 800°C
A) 40 vol.% $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ B) 60 vol.% $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ C) 70 vol.% $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ >