

# Ar Flow Rate에 따른 산화철 나노입자의 크기 분석

김동영\*, 윤석수

안동대학교 물리학과, 경북 안동시 송천동 388번지, 760-749

## 1. 서론

자성 나노입자 제조 기술은 나노기술을 응용하는 약물 전달매체(drug delivery), 자기 공명 영상(MRI) 또는 hyperthermia 등의 생명 공학과 차세대 고밀도 자기 저장 매체(HDD) 및 나노 복합소재 등 정보 기술 분야에서 핵심 물질로 부각되어 세계적으로 활발히 연구되고 있다. 나노입자는 고온 열분해법(thermal decomposition), 공침법(coprecipitation), 졸겔 반응법(sol-gel reaction), 전기화학법(electrochemical), 음향합성법(sonochemical), 고온 분무법(hot injection) 등 다양한 방법으로 제조되고 있다[1]. 생명 공학 및 정보 기술에 응용되고 있는 자성 나노입자는 생산 제품의 동일한 성능을 보유하기 위하여 가능하면 작고, 입자의 크기가 균일하게 제조하여야 한다. 입자의 크기가 균일한 자성 나노입자는 나노기술을 적용한 제품의 성능을 향상시키며, 균일한 배열이 가능하여 고밀도 저장 장치에 이용이 가능하다. 본 연구에서는 나노입자 크기를 조정하기 위하여 Ar-flow rate를 조절하였으며, 나노입자의 크기에 따른 자성특성을 분석하였다.

## 2. 실험방법

산화철 나노입자의 합성을 위하여 15 g의 Trioctylamine 용액, 2 mmol의 Fe Oleate complex,  $\text{Fe}(\text{OL})_3$  및 Oleic Acid 2 mmol을 200 ml의 플라스크에 넣고 자석 진동기를 이용하여 고르게 섞었다. 전열기와 온도 조절기를 이용하여 플라스크 용기내 반응 용액의 온도를 조절하였다. 이때 온도 상승률은  $3.3\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 으로 설정하여 온도를 상승시켰으며,  $325\text{ }^\circ\text{C}$ 에서 1 시간 동안 유지한 후 상온으로 온도를 낮추었다. 산화철 나노입자의 크기를 조절하기 위하여 반응용액에 불어 넣는 Ar-flow rate를 조절하였다. TEM 이미지를 이용하여 입자의 생성 상태 및 구조를 확인하였으며, 강자성공명 신호(FMR 신호)를 이용하여 자성특성을 분석하였다. FMR 신호는 Bruker Xep를 사용하여 9.84 GHz (X-band)의 주파수에서 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

$\text{Fe}(\text{OL})_3$ 은 고온에서 열분해에 의하여 Fe-OL 단구체 (monomer)를 발생시키고, 이들 단구체가 산화철나노입자 생성에 기여한다. 이러한 산화철 나노입자의 생성이 동시에 일어나고, 이들 생성된 나노입자들이 짧은 시간에 걸쳐 빠른 성장과정을 거칠때 균일한 크기의 나노입자들이 형성될 수 있다. Ar bubble은 나노입자의 동시 생성과 빠른 성장과정에 기여하여 균일한 나노입자들을 형성한다. 이러한 과정에 기여하는 Ar-bubble의 flow rate를 조절하여 균일한 크기의 산화철 나노입자의 형성이 가능하다. Fig.1은 Ar-flow rate를 조절하여 산화철 나노입자의 크기조절이 가능함을 보인다. 즉 산화철 나노입자의 크기는 Ar-flow rate에 따라서 감소하며, FMR로 분석한 자성특성은 크기가 10 nm이하의 경우 강자성 트경을 보이며, 10 nm이상의 크기에서는 자성특성이 사라지고 있음을 보인다. 즉 산화철 나노입자의 생성이 빠르게 진행될 경우 단구체에 포함된 산소의 공급이 부족하여 성장하는 산화철이 반강자성체인 FeO를 형성하게 되어 자성특성이 사라짐을 TEM 사진으로부터 알 수 있다.

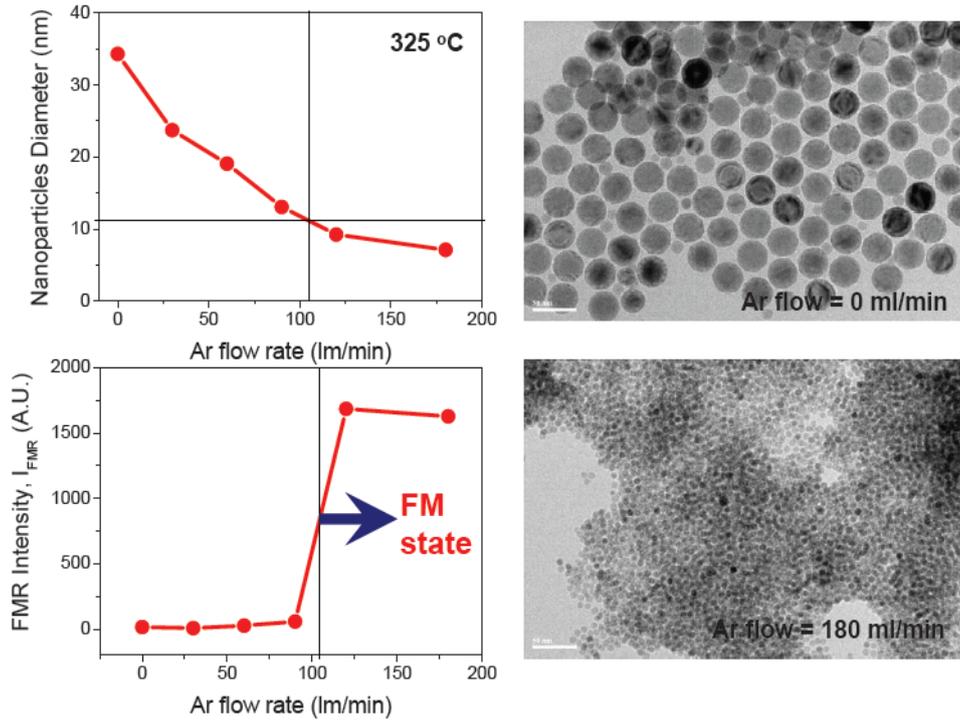


Fig. 1. Size and FMR intensity of the Iron-oxide nanoparticles with Ar-flow rate. The size reduction with Ar-flow rate was shown by TEM images.

#### 4. 참고문헌

- [1] S. Laurent, et. al, Chem. Rev. **108**,2064 (2008).
- [2] J. Park, et. al, *Nat. Mater.* **3**, 891 (2004)
- [3] J. Park, et. al, Angew. Chem. Int. Ed. **44**, 2872 (2005).