Sol-gel 제조방법에 따른 $CoFe_2O_4$ 나노 페라이트 자기적 특성 연구

박정호[1*], 최현경[1], 이영배[2], 김삼진[1], 김철성[1]
[1]국민대학교 물리학과
[2]건국대학교 ICT융합부

1. 서론

$CoFe_2O_4$는 높은 다양한 자성특성으로 온열효과, 자성미디어, 광학적 장비등에 이용될 수 있다. 본 연구는 바이오, 광학, 자성물리 등 많은 분야에서 사용되는 $CoFe_2O_4$ 페라이트 물질을 졸겔법을 이용하여 350℃ 가열반응시간에 따른 결정형성과 자기적 특성을 확인하기 위하여 진행하였다. 본 실험은 졸겔(sol-gel)법을 이용하였고 가열반응시간에 따른 $CoFe_2O_4$의 자성특성에 대해 연구하였다

2. 실험방법

본 연구에서는 $CoFe_2O_4$ 나노 페라이트를 졸겔 법(Sol-gel)을 이용하여 시료를 합성하였다. 출발 물질은 순도 98 %의 Iron(III) nitrate nonahydrate ($Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$), Cobalt(II) nitrate hexahydrate ($Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$)를 이용하였고, 용매로는 Ethylene glycol을 사용하였다. 혼합된 물질들을 300 rpm 속도로 40℃에서 녹인 후, 물질들의 가수분해를 유도하기 위해 80℃까지 승온시켜 점성을 가진 진한갈색의 gel이 형성 될 때 까지 반응시켰다. 얻어진 gel을 350℃에서 10분에서 60분까지 간격을 두고 열처리하였다. 각각 얻어진 최종 물질을 RIGAKU 社 XRD를 이용하여 시료의 결정구조를 확인하였으며 Lakeshore 社의 VSM 7404 model과, ^{57}Co source (Rh-matrix) 등가속도 뫼스바우어 분광기를 이용하여 자기적 특성을 확인하였다.

Table. 1 Saturation magnetization (*Ms*) and coercivity (*Hc*) of $CoFe_2O_4$ with reaction time(10, 15, 30, 45, 60 min).

Reaction Time (min)	10	15	30	45	60
Ms (emu/g)	6.8	23.4	35.5	26.8	20.9
Hc (Oe)	25.3	92.6	595.4	249.3	70.2

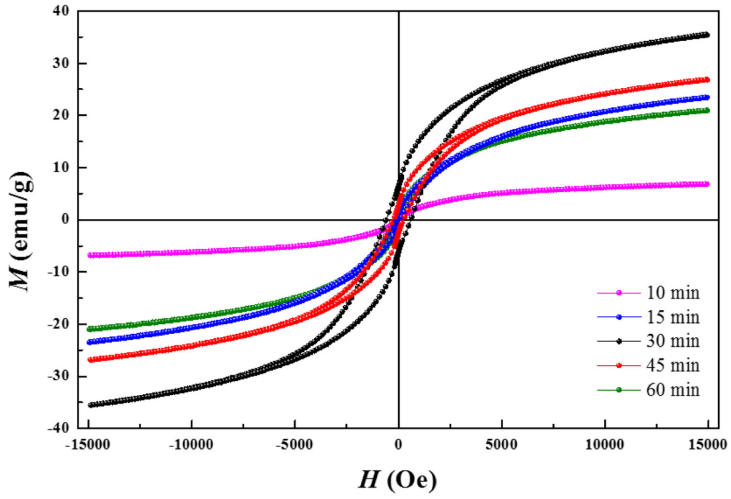

Fig. 1. Hysteresis loops measured $CoFe_2O_4$ with reaction time(10, 15, 30, 45, 60 min).

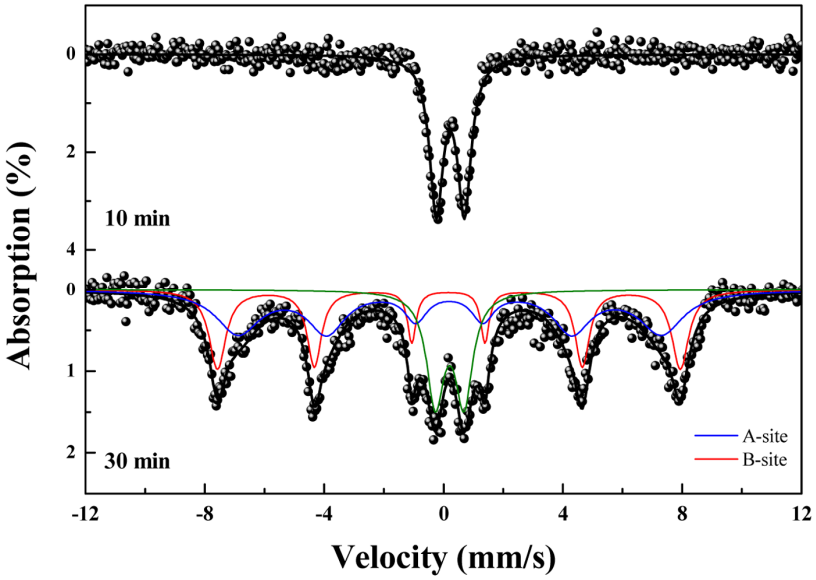

Fig. 2. Mössbauer spectra of $CoFe_2O_4$ with reaction time(10, 30 min).

3. 실험결과 및 고찰

Cubic 스피넬 구조를 갖는 $CoFe_2O_4$ 자성입자를 반응 처리시간에 따른 졸겔(sol-gel)법으로 합성하였다. 상온에서 VSM을 측정한 결과, 반응 처리시간에 따른 시료의 *M*s 값은 6.8, 23.4, 35.5, 26.8, 20.9 emu/g으로, 30분 열처리한 시료가 가장 높게 측정되었다. 뫼스바우어 분광 실험을 이용하여 열처리 시간에 따른 미시적인 자기적 특성을 연구하였다. 10분 열처리한 시료의 뫼스바우어 스펙트럼은 doublet 형태를 보였으며 반응 처리시간이 증가함에 따라 6라인과 doublet이 합쳐진 스펙트럼 형태를 보이는 것으로 확인되었다. 10분간 반응시킨 $CoFe_2O_4$의 뫼스바우어 측정결과 값은 ΔE_Q =0.94 mm/s, δ = 0.22 mm/s로 나타났으며, 30분간 반응시킨 $CoFe_2O_4$ 는 A-site의 H_{hf} = 441 kOe, ΔE_Q = 0.94 mm/s, δ = 0.22 mm/s 로 나타났으며, B-site는 H_{hf} = 441 kOe, ΔE_Q = 0.94 mm/s, δ = 0.22 mm/s로 나타났다. doublet은 ΔE_Q = 0.94 mm/s, δ = 0.22 mm/s로 분석되었다.

4. 참고문헌

[1] R. A. Jasso-Terán, et al, J. Magn. Magn. Mater. 427, 241–244, 2017.