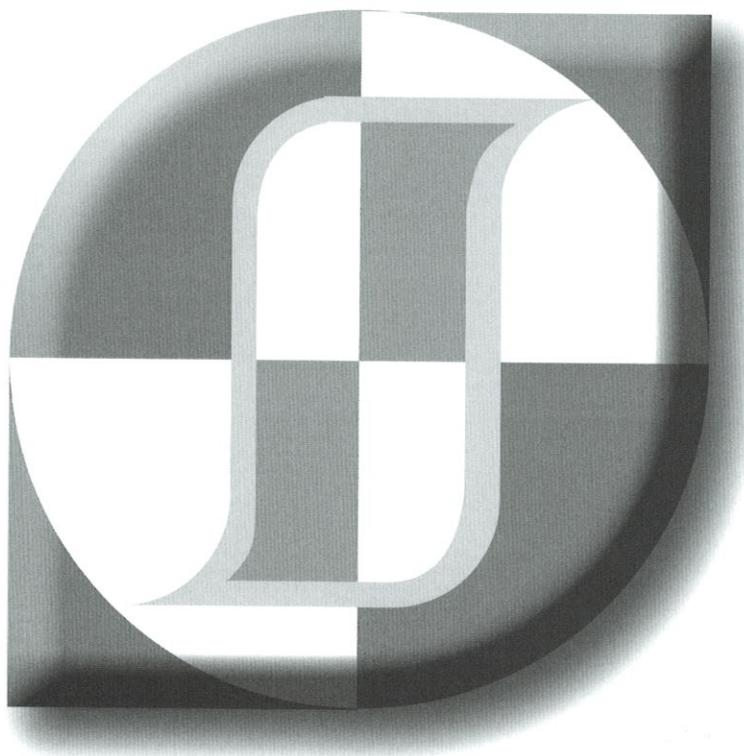


# 한국자기학회 2017년도 임시총회 및 하계학술연구발표회

## KMS 2017 Summer Conference

논문개요집



일시	2017. 5. 24(수) ~ 5. 26(금)
장소	한화리조트 해운대 티볼리
주최	한국자기학회
후원	한국과학기술단체총연합회

○ Session SM[Soft-magnetic Materials]

SM01	Poster	Nonmetal N-doped BiFeO nanoparticles with enhanced room temperature magnetization .....	123
		Yuefa Jia and Chunli Liu <sup>*</sup>	
SM02	Poster	Al가 치환된 Z-type hexaferrite의 뫼스바우어 연구 .....	124
		임정태 <sup>*</sup> , 김철성 <sup>†</sup>	
SM03	Poster	FeCo 나노 입자의 합성 및 특성평가 .....	126
		박종환 <sup>*</sup> , 김석훈, 최호준, 이정우, 노재철, 서수정	
SM04	Poster	회전이방성 특성을 갖는 CoFe/MnIr 박막에서 CoFe 두께에 따른 강자성 공명 신호 분석 .....	127
		김동영 <sup>*</sup> , 윤석수	
SM05	Poster	Co 박막의 결정구조에 따른 two magnon 산란 특성 분석 .....	128
		김동영 <sup>*</sup> , 윤석수	
SM06	Poster	미세구조 변화에 따른 Ni 나노선 어레이의 자성특성 분석 .....	129
		Min Jun Ko <sup>*</sup> , Su Hyo Kim and Young Keun Kim <sup>†</sup>	
SM07	Poster	CoFe 나노스프링의 미세구조와 자성특성 분석 .....	131
		Da Yeon Nam <sup>*</sup> , Su Hyo Kim, Yoo Sang Jeon and Young Keun Kim <sup>†</sup>	
SM08	Poster	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> @AlFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 나노 페라이트의 자기적 특성 및 온열효과 연구 .....	133
		최현경 <sup>*</sup> , 김삼진, 김철성	
SM09	Poster	Sol-gel 제조방법에 따른 CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 나노 페라이트 자기적 특성 연구 .....	135
		박정호 <sup>*</sup> , 최현경, 이영배, 김삼진, 김철성	
SM10	Poster	Microscopic Investigation of Hysteresis Loss of CoFeB/Pd Multilayers .....	137
		L. Huang <sup>*</sup> , X.-P. Ma, S.-H. Lee, D.-T. Quach, D.-T. Ngo, T.-L. Phan and D.-H. Kim <sup>†</sup>	
SM11	Poster	전해도금 방법으로 제작한 Ni-Fe 연자성 합금의 특성 분석 .....	138
		김석훈 <sup>*</sup> , 이정우, 박종환, 최호준, 신세희, 노재철, 서수정	
SM12	Poster	Effect of Metalloid Ge Addition on the Magnetic Properties of Fe-based alloys .....	139
		Sumin Kim <sup>*</sup> and Haein Choi-Yim	
SM13	Poster	Thermal, Mechanical and Magnetic Properties of the Co-Fe based Alloys for various Fe/Co Ratios .....	140
		Jiyun Oh <sup>*</sup> and Haein Choi-Yim	
SM14	Poster	Analysis of Thermal and Magnetic Properties by Fe/Co ratio to Fe-based Amorphous Alloys .....	142
		Seoyeon Kwon <sup>*</sup> and Haein Choi-Yim	
SM15	Poster	Ca-P 코팅된 Fe powder의 자기적 특성 .....	144
		신세희 <sup>*</sup> , 김태유, 박종환, 김석훈, 최호준, 이경섭, 서수정 <sup>†</sup>	
SM16	Poster	Magnetic and Thermal Properties in the Fe-based amorphous alloy with Zr and Nb .....	145
		Garam Yoo <sup>*</sup> and Haein Choi-Yim	

# Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 나노 페라이트의 자기적 특성 및 온열효과 연구

최현경\*, 김삼진, 김철성

국민대학교 물리학과

## 1. 서론

나노 자성입자는 바이오, 광학, IT 등의 다양한 분야에서 사용되고 있으며 이를 응용한 연구가 많이 수행되고 있다. 특히, 바이오 분야에서 온열효과를 이용한 암세포 사멸 방법은 방사선 치료와는 달리 많은 부작용을 감소시킬 수 있으며, 국부적인 부위에 선택적인 열을 발생시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 따라서, 본 연구에서는 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>를 core로 AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>를 shell로 갖는 core/shell 구조의 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 나노 자성입자를 제조하고 자기적 및 온열 특성에 대하여 분석하였다.

## 2. 실험방법

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 나노 자성입자를 고온열분해법으로 제조하였으며, 먼저 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 입자를 제조하기 위하여 Fe(acac)<sub>3</sub>, Oleylamine, Oley acid, Benzyl ether를 혼합하여 실험을 진행하였다. 해당 솔루션은 200 °C에서 30분 동안 유지 후 300 °C에서 30분 동안 최종 반응시켜 core에 해당되는 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>를 제조하였다. 다음은 AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>를 shell로 만들기 위하여, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 나노 자성입자를 hexane에 분산시킨 솔루션과 Al(acac)<sub>2</sub>, Fe(acac)<sub>3</sub>, Oleylamine, Oley acid, Benzyl ether를 혼합한 후, 100 °C에서 1시간 동안 열처리하여 hexane을 증발시켰다. 이후, 200 °C에서 30분 유지 후 300 °C에서 30분 동안 최종 반응시켜 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 나노 자성입자를 제조하였다. 제조된 나노 자성입자는 XRD 측정을 통하여 결정학적 구조를 확인하였으며, VSM, 뢴스바우어 측정을 통하여 거시적, 미시적인 자기적 특성을 확인하였다. 또한, Nano-magneTherm 장비를 이용하여 제조된 나노 자성입자의 발열특성을 확인하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

고온열분해법으로 제조된 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 나노 자성입자를 XRD로 측정한 결과, Cubic spinel 구조를 갖는 단일상으로 확인되었으며. Scherrer equation을 통한 나노 입자의 평균 크기는 대략 11.16, 7.12, 14.9 nm인 것으로 분석되었다. VSM을 이용한 거시적인 자기적 특성은 각각의 포화자화값이 68.4, 37.7, 76.1 emu/g으로, 보자력값이 7.4, 2.1, 9.1 Oe로 측정되었다. magneTherm 장비를 이용하여 250 Oe 자기장 하에 112 kHz 주파수에서 자기발열온도를 측정한 결과, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>와 AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 단일입자보다 코어/쉘 구조의 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 나노 입자의 자기발열 온도 값이 89 °C로서 더 높은 발열 특성을 보이는 것을 확인하였다. 이러한 코어/쉘 구조의 향상된 자기적 및 발열 특성을 알아보고자, 뢴스바우어 실험을 수행하였다. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 나노 자성입자는 6라인으로 이루어진 A, B1, B2-site 총 3개의 부격자로 분석하였으며, AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>는 doublet 형태로 분석되었다. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@AlFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 자성입자의 경우, 6라인 3세트로 분석되었다.

## 4. 참고문헌

- [1] K. P. McKenna, F. Hofer, D. Gilks, V. K. Lazarov, C. Chen, Z. Wang and Y. Ikuhara, *Nat. Commun.* 5, 5740, 2014.