

ZnTi이 치환첨가된 Cobalt 페라이트의 자기 특성

요업기술원 부품공정팀 김원기*, 남중희, 박상진, 김효태, 이종원

MAGNETIC PROPERTIES OF Co-FERRITES SUBSTITUTED BY ZINC AND TITANIUM

KICET Component Processing Lab. W. K. KIM*, J.-H. NAM, S.-J. Park, H.-T. KIM, J.-W. LEE

1. 서론

Inverse spinel 구조인 CoFe_2O_4 는 spinel ferrite 중 가장 큰 이방성 상수($K_1=20 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3$)를 가지고 있고 높은 포화자화와 보자력을 가지고 있기 때문에 자기기록용 및 전파흡수체용 소재로의 활용을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다[1-3]. 그 중에서도 Sol-gel 법은 비교적 공정이 간단하고 fine particle 제조가 가능하며 저온에서의 합성이 가능하기 때문에 일반적으로 nano-scale 세라믹 분말 제조에 많이 사용되고 있다[2].

따라서, 이 연구에서는 sol-gel법으로 $\text{CoFe}_{2-2x}\text{Zn}_x\text{Ti}_x\text{O}_4$ ($0 \leq x \leq 0.4$) 분말을 제조하여 Zn-Ti이온 치환에 따른 결정학적 및 자기적 특성변화를 고찰하였다.

2. 실험방법

Sol-gel법으로 분말합성을 하기 위해 사용한 출발물질은 Iron(III) nitrate nonahydrate, Zn(II) nitrate hydrate, Cobalt(II) acetate tetrahydrate, Titanium(VI) butoxide를 사용하였고 용매로는 2-Methoxyethanol를 사용하였다. 먼저 적당량의 시료를 각각 초음파 세척기에서 희석시킨 후 70°C에서 6시간 동안 교반 시켰다. 제조된 sol 상태의 반응물을 110°C에서 24시간 동안 건조시켜 분말을 얻었고 시료의 결정화를 위해 furnace에서 700°C로 3시간 동안 annealing 하여 최종 시료를 제조하였다. 제조된 분말의 특성은 XRD, FE-SEM, VSM, Mössbauer 분광기 등을 이용하여 분석하였다.

3. 결과

XRD 실험 결과 시료 전 범위에서 cubic spinel 구조를 띄고 있음을 확인할 수 있었다. XRD 선폭을 이용해 계산한 입자크기는 수십 nm 정도였고, Fig. 1에 나타낸 SEM image를 통해서도 이를 확인할 수 있었다.

Table 1과 같이 Co ferrite Fe^{3+} 이온을 nonmagnetic 이온인 Zn^{2+} - Ti^{4+} 이온으로 치환하면 각각 사면체 자리와 팔면체 자리를 선호하기 때문에 선호자리에 완전 치환된다면 궤도 moment를 고려하지 않은 net moment(μ_B)는 변화하지 않는다. 따라서 non-magnetic 이온의 치환에도 불구하고 포화자화값에 변화가 없을 것으로 예상된다. 그러나, Co^{2+} 이온이 많이 포함된 Co-ferrite의 경우에는 궤도 moment의 영향을 어느 정도 받고 있고, 약간의 Co^{2+} 이온이 사면체 자리에 위치하기 때문에 실험적인 net moment와 이론적인 net moment에는 약간의 차이가 존재하게 된다[4].

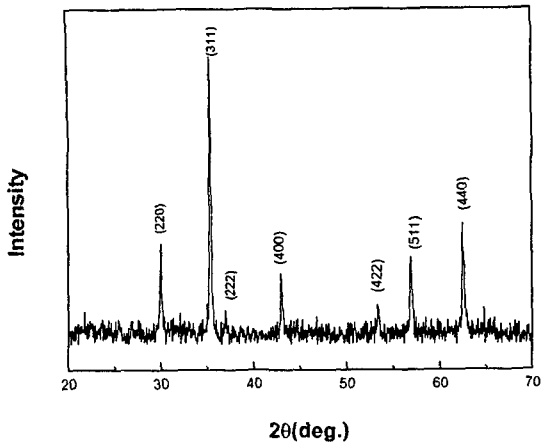


Fig. 1. XRD pattern of $\text{CoFe}_{2-2x}\text{Zn}_x\text{Ti}_x\text{O}_4$ ($x=0$) powder annealed at 700°C .

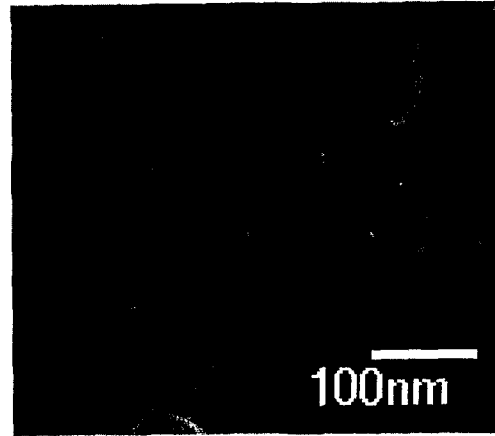


Fig. 2. FE-SEM image of $\text{CoFe}_{2-2x}\text{Zn}_x\text{Ti}_x\text{O}_4$ ($x=0$) powder annealed at 700°C

Table 1. Variation of Theoretical Magnetic Net Moment(μ_B) of Co-ferrites $\text{CoFe}_{2-2x}\text{Zn}_x\text{Ti}_x\text{O}_4$ with Zn-Ti substitution.

Zn-Ti Concentration, x	Tetrahedral site	Octahedral site	net moment(μ_B)
0.0	Fe^{3+}	Fe^{3+} Co^{2+}	3
	5 →	5 3 ← ←	
0.4	0.6Fe^{3+} 0.4Zn^{2+}	0.6Fe^{3+} Co^{2+} 0.4Ti^{4+}	3
	3 →	3 3 ← ←	

즉, 이 연구에서는 치환 첨가된 성분에 의해서도 스피넬 페라이트의 net moment 변화를 거의 없게 하면서 자기이방성 상수를 높이기 위하여, ZnTi를 Co-ferrite에 치환하여 포화자화 값에 영향을 주지 않고 자기 이방성 상수만 제어할 수 있는 페라이트 분말을 제조하여 이론적 계산 값과 실험적 결과와의 차이를 비교하고, 그에 따른 자기 구조 변화와 이방성 상수의 변화를 예측하고자 한다.

4. 참고문헌

- [1] E. S. Murdock, R. F. Simmons and R. Davison, IEEE Trans. Magn., 28, 3078(1992).
- [2] K. P. Chae, W. K. Kim, S. H. Lee, Y. B. Lee J. Mag. Mag. Mater., 232, 133(2001).
- [3] G. A. Sawatzky, F. Van der Woude and A. H. Morrish, Phys. Rev., 187, 747(1971).
- [4] B. D. Cullity, Introduction to magnetic materials, Addition Wesley Co. (1972).