

CoFe₂O₄-PZT 복합체의 Magnetolectric 물성과 자화특성

포항공과대학교 최임구*, 권순주

Magnetolectric property and Magnetization in CoFe₂O₄-PZT composites

POSTECH I. G. CHOI*, S. J. KWON

1. 서론

Magnetolectric effect란 외부 전기장에 따른 유도 자화 혹은 외부 자기장에 따른 유도 전기 분극 효과를 말하는 것으로 1960년 Astrov의 단일상인 Cr₂O₃에서 처음으로 발견⁽¹⁾된 이래 단일상 재료에 대해 연구가 진행되어오다가, 1974년 2가지 상의 복합체⁽²⁾에서 높은 값이 나온 후로 단일상 뿐만 아니라 복합 재료들에 관하여 많은 연구가 이뤄지고 있다.

복합체는 자성상과 압전상으로 구성되어 있으며, 외부자장에서 전기장이 형성되며, 거꾸로 외부 전기장하에서 압전상에서 일어난 strain으로 자성상에서 자기장이 형성된다⁽³⁾. 두 상이 화합물을 만들지 않으면서도 각자의 고유 특성이 높은 재료로 대표적인 경우는 CoFe₂O₄와 Pb(Zr,Ti)O₃가 있는데, 기존의 연구에서는 CoFe₂O₄의 낮은 저항성 때문에 이에 관하여서는 연구가 잘 되어 오지 못했다⁽⁴⁾. 본 연구에서는 CoFe₂O₄에서의 stoichiometry를 약간 변화하는 방법으로 저항을 높여주었고, 이 두 재료를 일반적인 고상반응법으로 복합체를 만들어 두 상의 부피 비와 소결 시간에 따른 magnetolectric effect를 살펴보았으며, 이를 미세구조적인 측면과 복합체에서 일어날 수 있는 요인, 그리고 그로 인한 자화 특성과 관련 지어 해석해 보았다.

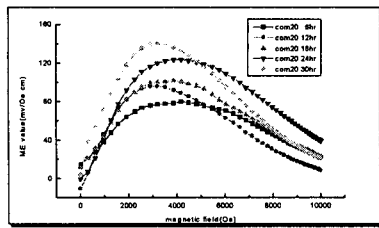
2. 실험 방법

시료들은 일반적인 고상반응법으로 만들었다. 먼저 자성체 Co_{1.02}Fe_{1.98}O₄와 Pb(Zr_{0.52}, Ti_{0.48})O₃를 각각 상형성시킨 후, 이들 상들을 일정 부피비들로 혼합하여 일정 시간들로 소결을 행하였다. 부피비는 Co_{1.02}Fe_{1.98}O₄ : Pb(Zr_{0.52}, Ti_{0.48})O₃ = 20:80, 30:70, 40:60으로 하였으며, 소결 시간은 6, 12, 18, 24, 30 시간들로 달리 하였다.

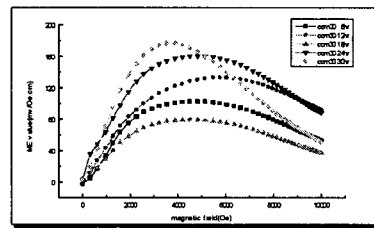
만들어진 시료를 XRD로 상 형성을 확인하고, 밀도와 SEM으로 미세 조직을 살펴보았으며, 약 0.8 mm로 잘라서 전극 처리를 한 후 전기 분극을 시키고, VSM과 magnetolectric coefficient를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

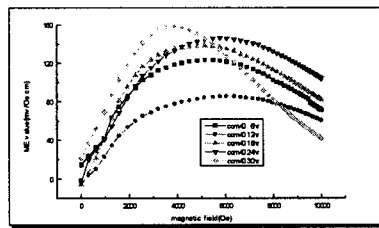
- 1) 미세 구조에 있어 밀도는 약 98%로서 pore의 양이 극히 적음을 알 수 있었고, 임경의 경우 소결 시간에 따라서 커지고 있었다.
- 2) 각 부피비에 있어서 소결 시간에 따른 자화값이 증가하였다. 이것은 전기 분극시에 PZT에 의해 형성된 strain에 의해 Co-ferrite가 압축 응력을 받고 있고, 소결 시간이 증가함에 따라 커지



a) Co-ferrite vol. ratio 20



b) Co-ferrite vol. ratio 30



c) Co-ferrite vol. ratio 40

Fig. 1. Sintering time dependence of magneto-electric coefficient in each volume ratio

는 입경에 의해 입계 면적이 줄어들어 따라 Co-ferrite 는 더 많은 응력을 받게 되는데, Co-ferrite 의 경우 압축 응력을 받으면 자화가 더욱 용이 해지므로 결국 시간에 따라서 자화가 빨라지는 것으로 해석된다.

- 3) 각 부피비에 있어서 소결 시간에 따른 magneto-electric property 를 그림 1로 나타내었다. Magneto-electric 계수의 경우 시간에 따라 대체로 증가하는 이유는 PZT가 입경이 커질 수록 분극이 용이해지고⁶⁾, ferrite 에서의 자화 증가에 따른 것으로 해석된다.
- 4) 부피비가 감소할 수록 Magneto-electric 계수의 최대점에서의 자장값이 감소함을 보이고 있는데, 이것은 PZT가 많을 수록 Co-ferrite 에 압축응력이 많이 가해질 것이고, 이에 따라 자화가 빨리 이뤄져서 magnetostriction 값이 보다 빨리 증가함에 따른 이유로 보인다.
- 5) 30 시간의 소결 시료의 경우 다른 시료와는 달리 외부 자기장에 민감함을 보이는데, 이것의 해석은 현재 진행 중이다.

4. 참고 문헌

- 1) D.N. Astrov, Sov. Phys. JETP 11 (1960) 708
- 2) J. V. D. BOOMGAARD, D. R. TERRELL, R. A. J. BORN and H.F.I. GILLER, J. Mater. Sci. 9 (1974) 1705
- 3) Ce-Wen Nan, Phys. Rev. B50, 6082 (1994)
- 4) G. Harshe, J. P. Dougherty, and R.E. Newnham, Int. J. Appl. Electromagn. Mater. 4, 161 (1993)
- 5) H. T. Martirena and J. C. Burfoot, J. Phys. C : Solid State Phys. 7, 3182 (1974)