

Screen printing 법으로 제조한 YIG 후막에 미치는 Fe_2O_3 첨가영향

인하대학교 무기재료공학과 이태경*, 오재희

Effect of Fe_2O_3 Addition on YIG Thick Film
Prepared by Screen Printing

Dept. of Ceramic Eng., Inha University, T. K. Lee*, J. H. Oh

1. 서론

YIG (Yttrium Iron Garnet) 계 ferrite는 수 GHz의 주파수 범위에서 자기적 손실이 작은 재료로서 oscillator, isolator, circulator 등의 microwave용 소자에 널리 이용되고 있다[1-3]. 최근 전자통신산업의 급속한 발달 추세에 맞춰 microwave용 소자의 소형화, 경량화의 필요로 가네트형 페라이트의 박막 또는 후막화가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 MMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit)용 YIG 후막을 제조하기 위하여 경제 적이며 두께 조절이 용이한 screen printing법으로 두께 수십 μm 정도의 다결정 YIG 후막을 만들고 그 특성을 검토하였다. 특히 green sheet의 제조 조건 및 Fe_2O_3 의 첨가량 등이 YIG 후막의 미세 구조와 자기적 특성에 미치는 영향에 관한 연구를 중점적으로 수행하였다.

2. 실험방법

$\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 조성에서 Y^{3+} 대신에 Ca^{2+} , Fe^{3+} 대신 Zr^{4+} 를 0.2 mol% 치환 첨가시킨 $\text{Y}_{2.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Fe}_{4.8}\text{Zr}_{0.2}\text{O}_{12}$ 를 기본조성으로 설정하였다. 출발원료로 Y_2O_3 , $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, CaCO_3 , ZrO_2 를 사용하여 습식 혼합 및 분쇄한 후 Fe_2O_3 를 무게비(wt.%)로 첨가하고 유기binder와 혼합하여 paste를 제조하였다. 얻어진 paste로 alumina 기판에 screen printing[4,5]한 후 충분히 건조하였다. 이때 printing 횟수는 8~10회로 변화시켰으며, 치밀화를 위하여 소결전 CIP(Cold Isostatic Pressure)을 가하였다. 시편은 400°C 에서 burn-out을 실시하였으며, 소결유지시간을 1400°C 에서 2시간으로 하여 YIG 후막을 제조하였다. 본 연구는 Fe_2O_3 (wt.%)의 첨가와 CIP 등이 YIG 후막의 미세구조, 포화자화($4\pi\text{Ms}$) 및 감자성공명 흡수선폭(ΔH)에 미치는 영향 등을 고찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Screen printing 법으로 YIG 후막을 만들때, Fe_2O_3 (wt.%)의 첨가영향에 따른 YIG 후막의 소결 밀도를 Fig. 1에 나타내었다. Fe_2O_3 (wt.%) 첨가량이 4 wt.%일 때 가장 높은 소결 밀도를 나타내었고, 그 이상 첨가시에는 소결 밀도가 감소하는 경향을 나타내었다. Fig. 2는 Fe_2O_3 (wt.%) 첨가량에 따른 YIG 후막의 포화자화값($4\pi\text{Ms}$)을 나타낸 것으로 첨가량이 4 wt.%일 때 가장 높은 포화자화값을 나타내었으며, 그 이상 첨가시에는 급격히 감소함을 알 수 있었다. 이는 Fe_2O_3 (wt.%) 첨가량이 4 wt.%이상일 경우, Fe_2O_3 과잉으로 인한 이상의 생성에 기인한 것으로 생각되어진다.[6] Fig. 3은 YIG 후막의 치밀화를 목적으로 Fe_2O_3 가 4 wt.% 첨가된 paste로 green sheet를 제조 후 CIP한 시편과 CIP하지 않은 시편의 B-H curve를 나타낸 것으로서, CIP한 시편은 1.832×10^{-1} emu를 나타내었고 CIP하지 않은 시편은 1.720×10^{-1} emu를 나타내었다. 이는 CIP에 의한 YIG 후막의 치밀화에 기인한 것이라 판단되어진다. Fig. 4는 CIP한 시편의 감자성공명 흡수선폭(ΔH)를 나타낸 것으로서 21 Oe의 좁은 감자성공명 흡수선폭을 나타내었다. 또한, 후막 제조공정시 정수압에 기인하여 기판과 후막과의 접착력이 향상되어 150 μm 이상의 두께를 가진 후막의 제조가 가능하게 되었다.

4. 결론

$Y_3Fe_5O_{12}$ 에 Ca 및 Zr를 치환시킨 $Y_{2.8}Ca_{0.2}Fe_{4.8}Zr_{0.2}O_{12}$ 조성의 분말에 Fe_2O_3 를 무게비(wt.%)로 첨가하여 paste를 만든 후, screen printing 법으로 다결정 YIG 후막을 제조하고 그 특성을 평가하였다. Fe_2O_3 를 4 wt.% 첨가시킨 경우, 소결 밀도와 포화자화값이 최대를 나타내었으며, 그 이상 첨가시에는 소결 밀도와 포화자화값이 모두 감소하였다. CIP한 시편의 경우 CIP하지 않은 시편보다 높은 포화자화값을 나타내었으며, CIP한 시편은 좁은 강자성공명 흡수선폭(ΔH)을 얻을 수 있었다.

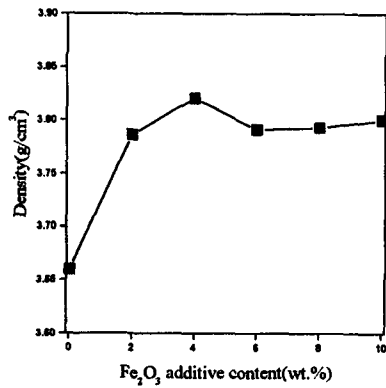


Fig. 1. Density as a function of Fe_2O_3 additive content of $Y_{2.8}Ca_{0.2}Fe_{4.8}Zr_{0.2}O_{12}$ thick films sintered at $1400^\circ C$ for 2 hrs in air.(printing times:10)

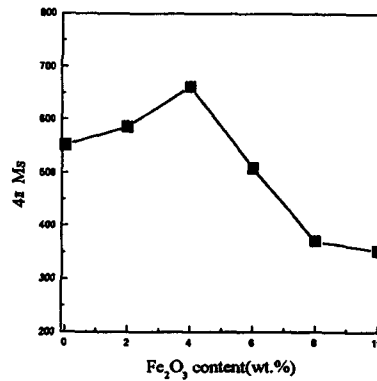


Fig. 2. Saturation magnetization as a function of Fe_2O_3 additive content of $Y_{2.8}Ca_{0.2}Fe_{4.8}Zr_{0.2}O_{12}$ thick films sintered at $1400^\circ C$ for 2 hrs in air.(printing times:8)

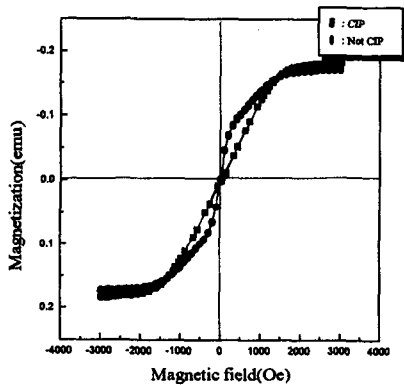


Fig. 3. Hysteresis loops as a function of CIP(30MPa) of Fe_2O_3 -added(4 wt.%) $Y_{2.8}Ca_{0.2}Fe_{4.8}Zr_{0.2}O_{12}$ thick film sintered at $1400^\circ C$ for 2 hrs in air.(printing times:10)

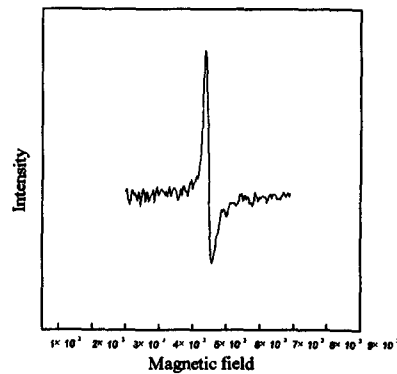


Fig. 4. Ferromagnetic line width(ΔH) of Fe_2O_3 -added(4wt.%) $Y_{2.8}Ca_{0.2}Fe_{4.8}Zr_{0.2}O_{12}$ thick films sintered at $1400^\circ C$ for 2 hrs in air.(CIP:30MPa, printing times:10)

5. 참고문헌

- [1] M. A. Gilleo, Ferromagnetic materials, Vol.2, North-Holland Publishing Co., pp3-21(1980).
- [2] G. Winker and P. Hansem, J. Appl. Phys., 4, 825-883(1969).
- [3] T. Shinohara, Proc. of ICF3, 812-814(1980).
- [4] V. R. K. Murthy, S. Sundaram and B. Viswanathan, Microwave Materials, Narosa Publishing House, pp1-7(1994).
- [5] M. R. Haskard, Thick-film Hybrids, Prentice Hall, pp15-21(1988).
- [6] 平賀貞太郎, 奥谷克伸, 尾島輝彦, フォライト, pp. 204~210, 丸善株式會社, 1986.