

## Screen printing 법으로 제조한 YIG 후막의 치밀화 및 자기특성

인하대학교 무기재료공학과 이태경\*, 오재희

Magnetic Properties and Densification of  
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 박막 또는 후막화가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 MMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit)용 YIG 후막을 제조하기 위하여 경제적이고 두께 조절이 용이한 screen printing법으로 두께 수십  $\mu\text{m}$  정도의 다결정 YIG 후막을 만들고 그 특성을 검토하였다. 특히 screen printing 조건 및 green sheet의 소결 조건등이 YIG 후막의 미세구조와 자기적 특성에 미치는 영향, 치밀화 방안등의 물성 향상에 관한 연구를 중심으로 수행하였다.

## 2. 실험방법

$\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  조성에서  $\text{Y}^{3+}$  대신에  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  대신  $\text{Zr}^{4+}$ 를 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  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ 를 사용하여 습식 혼합 및 분쇄한 후 유기binder를 혼합하여 paste를 제조하였다. 얻어진 paste로 alumina 기판에 screen printing[4,5]한 후 충분히 건조하였다. 이 때 시편의 printing 횟수는 3~10회로 변화시켰으며, 치밀화를 위하여 소결전 압력을 가하였다. 시편은  $400^\circ\text{C}$ 에서 burn-out을 실시하였으며,  $1300\sim 1400^\circ\text{C}$ 에서 소결유지시간을 2~8시간으로 하여 YIG 후막을 제조하였다. 소결온도 및 시간, printing 횟수 변화등의 제조조건이 YIG 후막의 미세구조, 포화자화( $4\pi\text{Ms}$ ) 및 강자성공명 흡수선폭( $\Delta\text{H}$ )에 미치는 영향, alumina 기판으로부터의 Al 성분의 확산 등을 고찰하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

Screen printing 법으로 YIG 후막을 만들때, printing 횟수 변화에 따른 YIG 후막의 두께변화를 측정하여 그 결과를 Fig.1에 나타내었다. Printing 횟수가 증가함에 따라 YIG 후막의 두께는 비례적으로 증가하였으며, 1회 printing 하였을 때의 두께는  $6\sim 8\mu\text{m}$  정도였으며, 12회 printing 한 경우에는  $115\mu\text{m}$  정도의 두께를 가진 후막을 얻을 수 있었다.

Fig.2는  $\text{Y}_{2.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Fe}_{4.8}\text{Zr}_{0.2}\text{O}_{12}$  조성의 paste를 4~10회 screen printing,  $1400^\circ\text{C}$ 로 소결하여 얻은 후막의 강자성공명 흡수선폭( $\Delta\text{H}$ )을 나타내었다. Printing 횟수가 4회 이상인 경우  $\Delta\text{H}$ 가 급격히 감소하였다.  $\text{Y}_{2.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Fe}_{4.8}\text{Zr}_{0.2}\text{O}_{12}$  조성의 paste를 alumina 기판상에 screen printing 한 후, 이 green sheet를  $1400^\circ\text{C}$ 로 소결하였을 때, 기판과 후막의 경계부근에는 기판의  $\text{Al}^{3+}$  성분과 YIG 후막의  $\text{Fe}^{3+}$  성분의 상호확산에 기인하여(Fig.3)  $\text{Al}^{3+}$  성분이 일부 치환된  $\text{Y}_3\text{Fe}_{5-x}\text{Al}_x\text{O}_{12}$ 상이 형성되었다. Printing 횟수를 10회로 하였을 때에도 기판과 후막의 경계부근에는  $\text{Y}_3\text{Fe}_{5-x}\text{Al}_x\text{O}_{12}$ 상이 생성되었으나 두께 약  $80\mu\text{m}$ 인 후막의 표면에는 YIG 단일상이 생성됨을 알 수 있었다. 이 때 포화자화( $4\pi\text{Ms}$ )는 printing 횟수 3회인 경우에는 약 180G이었으나, printing 횟수 10회인 경우에는 약 770G로 증가하였다.

#### 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 분말로 paste를 만든 후, screen printing 법으로 다결정 YIG 후막을 제조하고 그 특성을 평가하였다. 앞으로 YIG 후막의 치밀화, alumina 기판과 YIG 후막간의 상호확산 등이 제어되면 본 연구결과는 circulator 및 isolator 등의 microwave용 소자에 응용이 될 수 있을 것으로 기대된다.

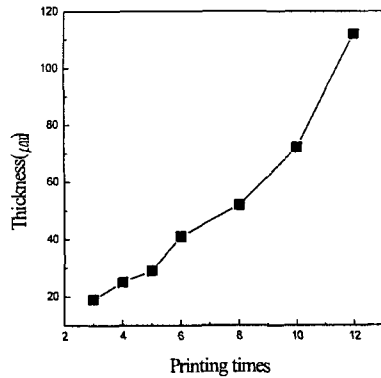


Fig1. Variation of thickness of  $Y_{2.8}Ca_{0.2}Fe_{4.8}Zr_{0.2}O_{12}$  thick films sintered at  $1400^{\circ}C$  in air.

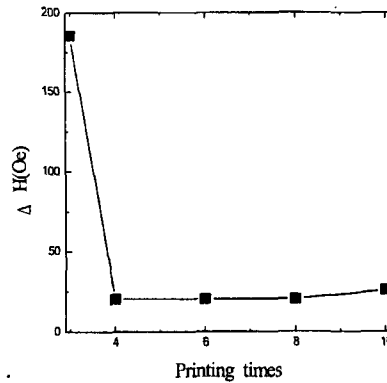


Fig2.  $\Delta H$  change of  $Y_{2.8}Ca_{0.2}Fe_{4.8}Zr_{0.2}O_{12}$  thick films sintered at  $1400^{\circ}C$  for 8hrs in air.



Fig 3. EDX analysis of  $Y_{2.8}Ca_{0.2}Fe_{4.8}Zr_{0.2}O_{12}$  thick film sintered at  $1400^{\circ}C$  for 8 hrs in air.(printing times : 3)

#### 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).