

YSZ 기판에 스크린프린트한 YIG 후막의 자기특성

인하대학교 무기재료공학과 송항규*, 오재희

The Magnetic Properties of YIG/YSZ Thick Film Prepared by Screen Printing

Dept. of Ceramic Eng., Inha Univ., H. K. Song*, J. H. Oh

1. 서론

YIG(Yttrium Iron Garnet : $Y_3Fe_5O_{12}$)계 ferrite는 고주파에서 공명손실이 매우 작은 재료로서 resonator, oscillator, isolator, circulator 등의 마이크로파용 소자에 널리 이용되고 있다[1]. 또한 최근의 전자통신 산업의 급속한 발달 추세에 맞춰 마이크로파용 소자의 경박단소화의 필요로 YIG계 페라이트의 박막 또는 후막화가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 이러한 마이크로파 소자용 YIG 후막을 제조하기 위하여 경제적이며 두께 조절이 용이한 screen printing법으로 두께 수십 μm 정도의 다결정 YIG 후막을 만들고 그 특성을 검토하였다.

2. 실험방법

$Y_3Fe_5O_{12}$ 조성에서 Y^{3+} 대신에 Ca^{2+} , Fe^{3+} 대신 Zr^{4+} 를 0~0.3 mol.% 치환시킨 $Y_{3-x}Ca_xFe_{5-x}Zr_xO_{12}$ 를 기본조성으로 설정하였다. 출발원료로 Y_2O_3 , $\alpha\text{-Fe}_2O_3$, $CaCO_3$, ZrO_2 를 사용하여 습식혼합 및 분쇄·건조 후 1000 $^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 하소하였다. 이렇게 얻어진 분말을 유기바인더와 일정 비로 혼합하여 paste를 제조하고 이 paste로 YSZ 기판에 screen printing한 후 탈기과정을 거쳐 유기바인더를 감소시켰다[2]. 이러한 green sheet를 치밀화시키기 위하여 15000 ~ 20000 psi의 압력으로 CIP 처리를 하였다. 시편은 400 $^{\circ}\text{C}$ 에서 burn-out 하였으며, 1400 $^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 소결하여 YIG후막을 제작하였다.

소결시편의 치밀화정도를 관찰하기 위해 SEM 측정을 하였으며, 결정상 분석은 XRD로 행하였다. 또한 포화자화값은 VSM을 이용하였고, 강자성공명 흡수선폭은 EPR을 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Screen printing법을 이용하여 YSZ 기판위에 YIG 후막을 제작하였다. Fig. 1과 Fig. 2는 조성변화에 따른 자기적 특성의 변화를 나타낸 것이다. Fig. 1에서 포화자화값($4\pi M_s$)은 $x=0.1$ 조성에서 최대치(1548 G)를 나타낸다. Fig. 2의 강자성공명 흡수선폭(ΔH)의 경우 $x=0.1$ 조성에서 최소값(116 Oe)을 가진다. Fig. 3은 CIP의 압력 변화에 따른 자기 특성의 변화를 나타낸 것이다. CIP 압력이 증가함에 따라 포화자화값은 증가하고 강자성공명 흡수선폭은 감소하는 경향을 보인다. 이는 green sheet를 CIP 함으로써 충전성이 향상되어 소결 후 소결성 향상으로 시편의 체적과 기공률이 감소하기 때문이다. Fig. 4는 탈기(deairing)과정 여부에 따른 강자성공명 흡수선폭의 차이를 나타낸 것이다. 탈기 과정을 거치지 않은 시편의 경우 88 Oe의 강자성공명 흡수선폭을 가지는데 비해 탈기과정을 거친 시편은 58 Oe의 좁은 값을 가졌다. 이렇게 탈기 과정이 강자성공명 흡수선폭에 영향을 미치는 것은 소결 전 탈기과정을 통해 green sheet 내의 유기바인더의 양을 감소시킴으로써 소결체내의 기공률을 감소시키기 때문이다.

4. 결론

YSZ 기판을 사용하여 YIG후막을 제작하는 경우 우수한 자기적 특성을 얻을 수 있었다. 또한 치밀화를 위해 CIP를 행한 결과 1680 G의 높은 포화자화값과 80 Oe의 좁은 강자성공명 흡수선폭을 얻었다. 이때 CIP압력이 15000 psi에서 25000 psi로 증가함에 따라 자기적 특성이 향상되는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 소결 시편의 치밀화에 따른 체적 감소와 기공률의 감소에 기인한 것으로 판단된다. YIG green sheet 제조 시 탈기과정을 거쳐 소결 전 유기바인더의 양을 감소시킨 시편의 경우, 포화자화값은 거의 일정하였으나 강자성공명 흡수선폭은 10 ~ 30 Oe 정도 감소한 78 ~ 58 Oe의 값을 얻었다. 이는 기공률이 포화자화값보다는 강자성공명 흡수선폭에 더 크게 영향을 미치기 때문이라 판단된다.

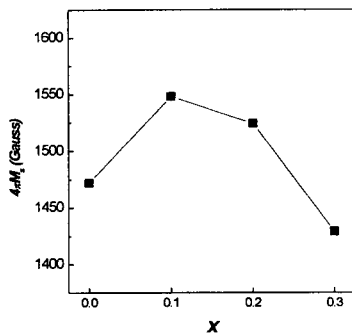


Fig. 1. Saturation magnetization ($4\pi M_s$) of $Y_{3-x}Ca_xFe_{5-x}Zr_xO_{12} / YSZ$ thick films sintered at $1400^\circ C$ for 2hrs in air.

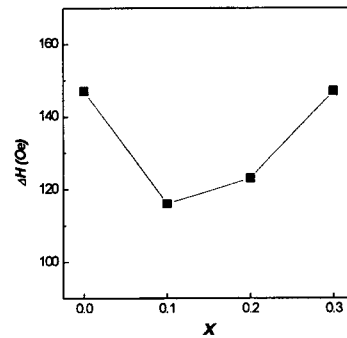


Fig. 2. FMR line width (ΔH) of $Y_{3-x}Ca_xFe_{5-x}Zr_xO_{12} / YSZ$ thick films sintered at $1400^\circ C$ for 2hrs in air.

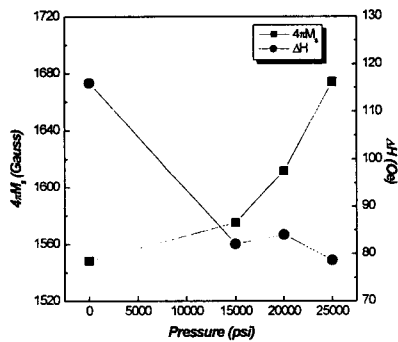


Fig. 3. $4\pi M_s$ and ΔH of $Y_{2.9}Ca_{0.1}Fe_{4.8}Zr_{0.1}O_{12} / YSZ$ thick films as a function of CIP pressure sintered at $1400^\circ C$ for 2hrs in air.

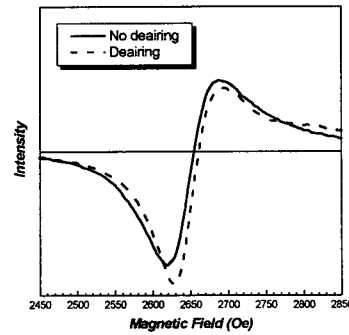


Fig. 4. FMR Spectrums of $Y_{2.8}Ca_{0.2}Fe_{4.8}Zr_{0.2}O_{12} / YSZ$ thick films sintered at $1400^\circ C$ for 2hrs in air. (CIP : 25,000 psi)

5. 참고문헌

- [1] M. A. Gilileo, Ferromagnetic Materials, Vol. 2, North-Holland Publishing Co., pp. 3-21 (1980).
- [2] M. R. Haskard, Thick-film Hybrids, Prentice Hall, pp. 15-21 (1988).