

Dopants( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) 첨가에 따른 YIG 의 구조 및 자기적 성질

충북대학교 · 송영열\*, 유성초  
 청주대학교 김원태, 이수형  
 전자통신연구소 박정래, 이석진  
 김태홍

STRUCTURE AND MAGNETIC PROPERTIES OF YIG INSERTED DOPANTS( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ )

Chungbuk Nat'l Univ. Y. Y. Song\*, S. C. Yu  
 Chongju University W. T. Kim, S. H. Lee  
 ETRI J. R. Park, S. J. Lee  
 T. H. Kim

## 1. 서론

Dopants( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) 가 첨가된 Yttrium iron garnet(YIG,  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ )을 일반적인 세라믹제조 방법에 의하여 제조하였다. X-선 회절 및 SEM 사진을 통하여 구조를 확인하였고 VSM 을 이용하여 자기적 성질을 조사하였다. 격자상수에 있어서는 12.38 Å 에서 12.39 Å으로 미세한 증가를 보였고 이때 제 2차 상인 약간의  $\text{YFeO}_3$ 가 생성되었다. SEM 사진을 통해 grain size 가 Dopants 양이 증가함에 따라 1.5  $\mu\text{m}$  에서 4  $\mu\text{m}$ 로 증가함을 확인하였다. 자기적 특성에 있어서는 첨가량 증가에 의하여 포화자화 값이 27 emu/g 에서 약 26 emu/g 으로 미세하게 감소함을 확인할 수 있었고, 포화자화 값의 온도의존성 실험에서  $T_c$  는 거의 변화하지 않았다. 소결재 첨가에 의해서 나타나는 이러한 현상들이 소결온도를 낮출 수 있는 관점에서 토의될 것이다.

## 2. 실험 방법

시료 제작은 일본 고순도 화학사의 산화물을 원료 분말로하여 일반 세라믹 제조 기술을 이용하여 dopants 가 첨가된  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ -YIG를 제조하였다. 출발 물질을 물 비로 칭량한 후 균일한 혼합물을 얻기 위해 세라믹 볼을 사용하여 이온 교환수 하에서 24시간 milling 하였다. 1200  $^{\circ}\text{C}$ 에서 하소한 시편에 dopants( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ )을 0.5 wt% 에서 0.5 wt% 씩 증가시키면서 2 wt% 까지 첨가하였다. dopants 가 첨가된 분말을 다시 24시간 milling 한 후 1250 $^{\circ}\text{C}$ 에서 50 $^{\circ}\text{C}$ 씩 증가시키면서 1350 $^{\circ}\text{C}$ 까지 공기 중에서 소결하였다. 이때 승온속도 및 냉각 속도는 300 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$  로 하였다. 준비된 소결체의 구조를 분석하기 위하여 X-선 회절 실험을 하였으며, 소결온도에 따른 치밀화의 정도를 조사하기 위해 SEM 사진을 통해 grain size를 측정하였다. 자기적 특성을 조사하기 위하여 VSM(vibrating sample magnetometer)으로 상온에서 포화자화값을 측정하였으며, 300 K에서 600K 영역에서 포화자화 값의 온도 의존성을 측정하였다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 1 은 소결재 첨가량이 증가함에 따라 1350 °C에서 소결한 X-선 회절 실험 결과 그래프이다. dopants 를 첨가하였을 때 garnet의 형성을 확인하였고, 이때  $2\theta$ 가 약  $32^\circ$  근처에 제 2차 상인  $YFeO_3$  가 미세하게 관측되었다. 이는 소결재를 첨가함으로써  $Bi^{3+}$  이온이 증가하고,  $Bi^{3+}$  이온이  $Y^{3+}$  이온과 치환된 후 YIG 를 형성하고 남아있는  $Y^{3+}$  이온이  $YFeO_3$  상을 형성한 것으로 볼 수 있다. 또한 격자상수에 있어서도 12.38 Å에서 12.39 Å으로 약간의 증가를 보였으며 이 또한  $Bi^{3+}$  이온의 크기가  $Y^{3+}$  이온에 비하여 더 크기 때문에 나타난 현상으로 이해될 수 있다. SEM 사진 결과에 의하면 첨가량이 0.5 wt% 에서 2.0 wt% 로 증가하면서 grain size 가 약 1.5  $\mu m$  에서 4  $\mu m$  로 현저히 증가함을 확인할 수 있었으며 이러한 결과는  $Bi_2O_3$  소결재 첨가는 입성장을 증가시키는 역할을 하고 함량이 증가함에 따라 소결온도를 더욱 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

Fig. 2 는 첨가량이 증가함에 따라 1350 °C에서 소결된 시료에 대하여 300 K 에서 600 K 까지 측정된 포화자화 값의 온도 의존성을 나타낸 그래프이다. 소결재 양이 증가함에 따라 상온에서의 포화자화 값은 약 1.0 emu/g 정도로 미세한 감소를 보이고 있으며 이러한 결과는 dopants 양이 증가함에 따라서 제 2차 상인  $YFeO_3$  의 미세한 증가로 나타난 결과로 이해될 수 있다.  $T_c$  에 있어서도 거의 변화하지 않았으며 dopants 의 첨가량이  $T_c$  변화에도 크게 영향을 미치지 못하고, 결과적으로 자기적 성질에 있어서 YIG 의 근본적인 성질을 거의 그대로 유지함을 볼 수 있다.

### 4. 참고문헌

- ① A. Znidarsic, M. Lempel and M. Drofenik, IEEE Trans. on Magnetics, Vol. 31, No. 2, 950 (1995)

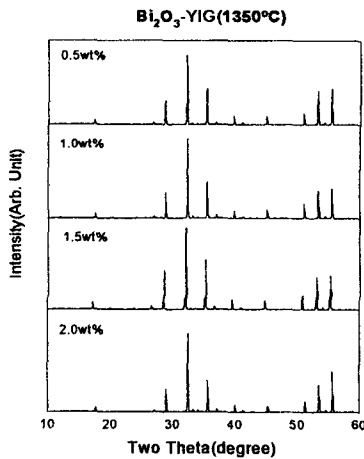


Fig.1 X-ray diffraction pattern (Cu-K $\alpha$ ) of sintered  $Bi_2O_3$ -YIG

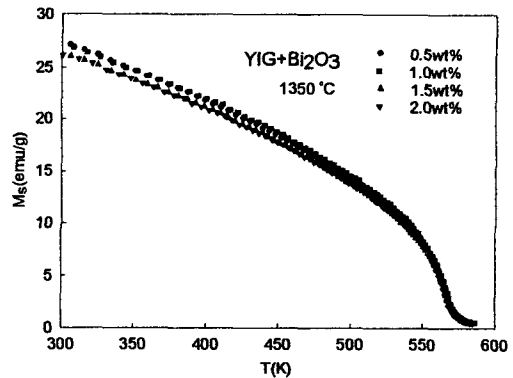


Fig. 2 Variation of saturation magnetization as a function of temperature for sintered  $Bi_2O_3$ -YIG