

## 에폭시에 분산된 Ce-YIG 나노분말의 자기광학특성

인하대학교 전영호\*, 오재희

## (Magneto-Optical Properties of Ce-YIG Nanoparticles Dispersed in the Epoxy Binder)

Inha University Y. H. Jeon\*, J. H. Oh

## 1. 서론

현재 광통신시스템의 발전으로 인해, 수GHz의 주파수 범위에서 자기적 손실이 적은 재료를 이용한 oscillator, isolator, circulator 등 microwave용 소자의 필요성이 증가하고 있다. 가넷형 페라이트는 가시광선 영역에서 큰 값의 페러데이 회전각을 갖고, 광흡수가 적어 우수한 자기광학 특성을 나타내는 재료로 널리 알려져 있다[1,2]. 특히,  $Ce^{3+}$ 가 첨가된 YIG ( $Ce_xY_{3-x}Fe_5O_{12}$ )는 큰 자기광학효과와 낮은 propagation loss를 가지기 때문에 유용한 광학재료로서 이용 가능하다[3]. 또한 공침과 동시에 초음파를 조사하는 공정은 강력초음파의 국부적인 강한 에너지와 micro jet을 발생시켜, 용액내의 물리·화학적 반응을 촉진시키고 나노크기의 미세분말을 생성하는 것으로 알려져 있다[4,5,6].

본 연구에서는 초음파조사공침법으로  $Ce^{3+}$ 가 첨가된 YIG 나노분말을 합성하고, 그 분말을 이용하여 에폭시에 분산된 광학소자를 제작하여 자기광학특성을 조사하였다.

## 2. 실험방법

$Ce_xY_{3-x}Fe_5O_{12}$  ( $x=0.0\sim 1.0$ ) 나노분말을 합성하기 위하여, 출발원료는 고순도 시약급의  $CeCl_3 \cdot 7H_2O$ ,  $YCl_3 \cdot 6H_2O$ ,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 를, 침전제로서는  $NH_4OH$ 를 사용하였다. 상온에서 침전제( $NH_4OH$ , pH=12이상 유지)에 주입하면서, 동시에 초음파를 조사하였다. 반응이 완결되면 침전물을 증류수와 에탄올로 세척 및 여과한 후, 건조하였다. 건조된 분말을  $700^\circ C$ 에서 4시간동안 열처리하였다.

제조된 분말을 유성볼밀을 이용하여, 분산제가 첨가된 광학용 에폭시에 고르게 분산시켰다. 에폭시를 열경화시킨 후, 광이 투과가능할 수 있도록 표면을 경면연마하여 광학소자를 제작하였다.

Ce-YIG 자기광학소자 제작공정을 Fig. 1에 개략적으로 나타내었다.

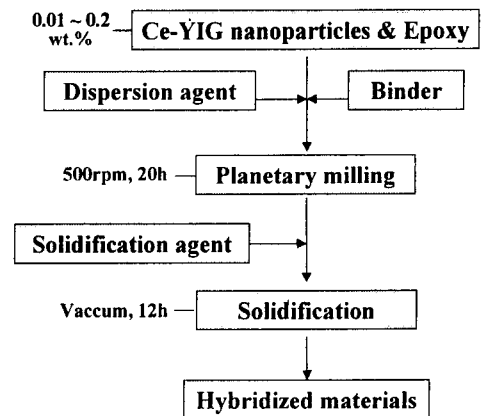


Fig. 1. Experimental procedure for preparation of Ce-YIG hybridized materials.

### 3. 결과 및 고찰

초음파 조사공침하여 제조한 분말을 700°C에서 4시간 열처리한 후, TEM으로 분말의 형상 및 크기를 측정하였다. 분말크기는 20~30nm였으며, 균일한 입자를 형성하였다. XRD로 분말의 결정상을 확인하였고, VSM으로 자기특성을 측정하였다. Fig. 2는 Ce<sup>3+</sup>이온의 첨가량에 따른 분말의 포화자화값이며, Ce<sup>3+</sup>이온첨가량이 0.2 mol% 일 때, 26 emu/g으로 가장 높았다.

Fig. 3은 Ce-YIG(Ce<sub>0.2</sub>Y<sub>2.8</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>) 광학소자의 자기광학효과를 측정된 값이다. 파장은 525nm, 인가자장은 2kOe 조건에서 측정하였다. 분말의 첨가량에 따라 페러데이 회전각(Faraday rotation ;  $\theta_F$ )은 2.91~51.58 (degree/cm)로 증가하였다. 페러데이 회전각과 비례 관계에 있는 베르데상수는 0.18~1.24 degree를 나타내었다.

본 연구의 결과, Ce<sup>3+</sup>첨가 YIG를 초음파조사공침법에 의해 나노크기의 미세분말로 합성하였다. 나노분말을 이용하여 에폭시에 분산된 광학소자를 제작하여, 자기광학소자로서의 이용가능성을 확인하였다.

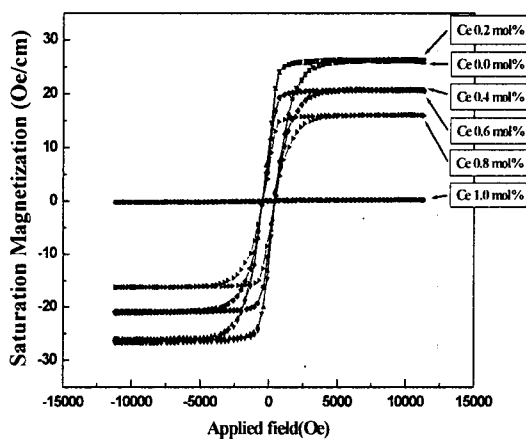


Fig. 2. Saturation magnetization of Ce<sub>x</sub>Y<sub>3-x</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (x=0.0~1.0) powders heat-treated at 700°C for 4h in air, which were prepared with ultrasonic irradiation for 6h.

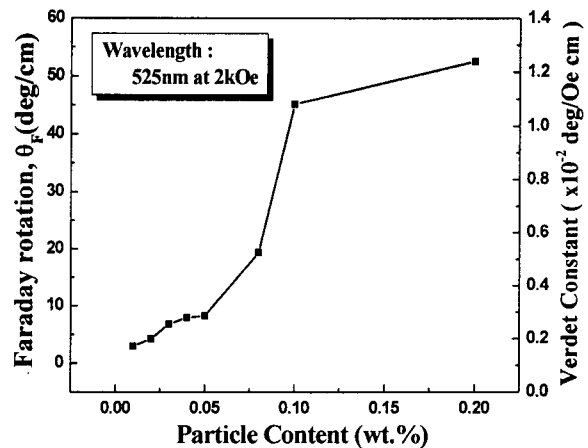


Fig. 3. Faraday rotation and Verdet constant of the Ce-YIG/Epoxy hybrid materials at the 525nm wavelength.

### 4. 참고문헌

- [1] E. Komura, T. Hirano, Jpn. J. Appl. Phys., 33(7A), 3902(1994).
- [2] H. K. Song, J. H. Oh, J. C. Lee and S. C. Choi, Phys. Stat. Sol.(a) 189(3), 829(2002).
- [3] T. Shintaku, A. Tate and S. Mino, Appl. Phys. Lett. 71, 1640(1997).
- [4] J. W. Lee, J. H. Oh, J. C. Lee and S. C. Choi, J. Magn. Magn. Mater, 272, 2230(2004).
- [5] C. Y. Oh, J. H. Oh and T. Ko, IEEE, Trans. Magn. 38(5) 3018(2002).
- [6] J. Mason, Advances in Sonochemistry, Vol. 1, Jai press ltd., London, pp. 197-230(1990).