

## 타겟 조성이 고상에피택시 YIG박막의 특성에 미치는 영향

청주대학교 응용과학부  
장평우\*, 우종문

### Effects of Target Composition on the Properties of YIG films Grown by Solid Phase Epitaxy

Pyungwoo Jang\*, Jongmoon Woo  
Division of Applied Science, Cheongju University, Cheongju 360-764, Korea

#### 1. 서론

YIG박막은 고주파에서 손실이 매우 작다는 자기특성과 광학특성때문에 서큐레이터나 아이솔레이터 등의 고주파디바이스로 사용되거나 광통신디바이스로 널리 활용되고 있으며, 크기 역시 벌크에 100nm의 박막에까지 다양하다. 벌크재료는 다결정 또는 단결정형태로 실용화되어 사용되어지고 있고, 박막형태로는 YIG 또는 치환형 YIG 에피택시박막이 널리 사용되고 있다. 본 저자는 스파터법으로 비정질의 YIG박막을 만든 뒤 대기중에서 열처리하면 고상에피택시성장이 일어나 결정성이 뛰어난 YIG 박막을 만들 수 있다는 가능성을 보고하였다. 통상의 스파터방법으로 YIG 에피택시박막을 만들 때 기판온도가 700°C이상이므로 원소간의 재스파터율이 차이가 있어 타겟과 박막간의 조성에서 큰 차이가 있어 박막의 조성을 엄격히 조정하는 것이 어렵다. 특히 YIG박막에서 Fe/Y의 화학양론 조성을 엄격히 준수해야 하므로 기판온도가 낮은 고상에피택시법에서 박막의 조성을 정밀하게 제어할 수 있는 것을 확인할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 타겟조성이 고상에피택시 YIG 박막의 특성에 미치는 영향을 조사하면서 박막조성을 정밀하게 조절하는 것이 가능한지 확인하고자 하였다.

#### 2. 실험방법

순도 99.99% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>분말을 분쇄, 혼합, 소결 및 가공공정을 통해 Fe:Y 비율이 다른 직경 50mm, 두께 3.5mm의 YIG 산화물을 제작한 뒤 직경 50mm의 Cu back plate에 은페이스트로 부착하여 RF마그네트론 스파터용 타겟을 제작하였다. Ar+O<sub>2</sub>(4.78%) 스파터가스, 스파터압력 10 mTorr, 투입전력 100 W의 스파터 조건으로 4 um Fe-Y-O 비정질박막을 GGG(111) 단결정기판위에 스파터한 뒤 1050°C에서 대기 중 열처리를 하여 고상에피택시 YIG박막을 만들었다. 제작된 박막의 결정학적 특성은 XRD, 자기적 특성은 VSM, 마이크로파 특성은 x-band FMR로 측정하였으며 박막의 조성은 WDS로 분석하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 타겟의 Fe 함량을 0.5 at.%만큼 씩 변화시켰을 경우 XRD 회절패턴을 나타낸 것으로 X=0.4인 경우를 제외하고는 에피택시성장이 일어난 것을 확인할 수 있다. 그림 1에서 강도가 낮은 YIG 회절선은 두께 수 nm인 표면근처의 무질서 배향층에서 회절된 것으로 TEM분석에서 알 수 있었다. YIG와 GGG의 격자상수가 거의 같으므로 그림 1에서는 YIG회절선을 구분하는 것이 불가능하다. 그림 2는 2theta를 117°에서 122°까지 변화시키면서 (888)면의 회절선을 관찰한 것으로 YIG와 GGG (888) 회절선의 분리가 가능하였으며, Fe 함량이 증가함에 따라 YIG (888)면의 회절각이 감소하였다. 통상의 스파터법으로 에피택시 YIG박막을 얻기 위해서는 700°C이상의 높은 기판온도를 필요로 하며, 고온에서 스파터할 경우 온도의 측정 및 재현성의 문제로 인해 정확한 화학양론조성을 가진 YIG박막을 얻기가 힘들다. 현재의 기기분석법으로 박막의 조성을 0.1at.%까지 정확히 분석하는 것은 불가능하므로 박막의 격자상수를 측정해 조성의 변화를 조사하는 것이 효율적인 것으로 판단된다. 그림 3은 그림 2의 YIG (888)회절선으로부터 계산된 YIG에피택시 박막의 격자상수변화를 나타낸 것으로 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=2.2인 경우를 제외하고 Fe함량이 증가할수록 격자상수가 증가하였다. 이것은 타겟의 조성을 조절함으로써 박막의 조성을 엄격히 제어할 수 있음을 나타낸다. X=0.4에서 YIG (888)피크가 나타나지 않은 것은 Fig. 1에서와 같이 다결정박막이 생성되었기 때문이다. 이와 같이

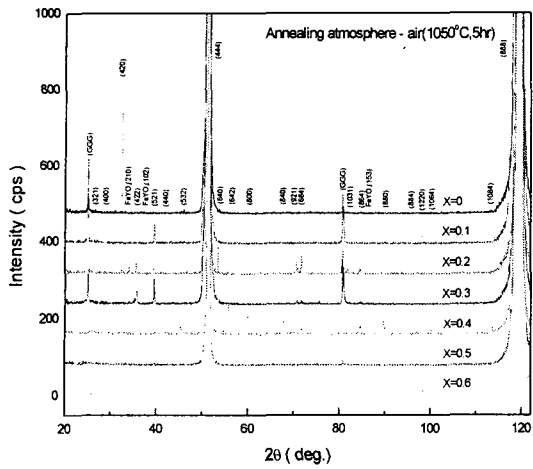


Fig. 1 x-ray diffraction patterns of YIG films

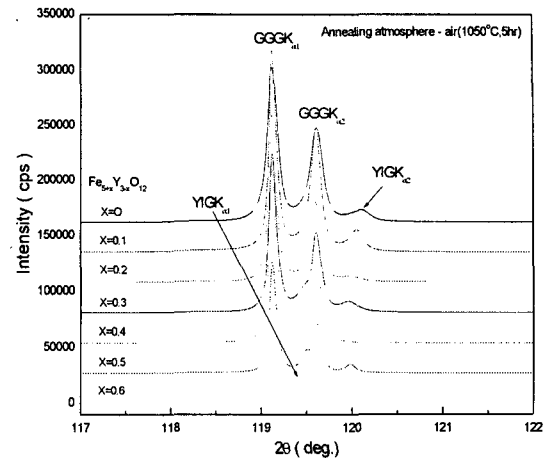


Fig.2 x-ray diffraction peaks of (888) plane of YIG films

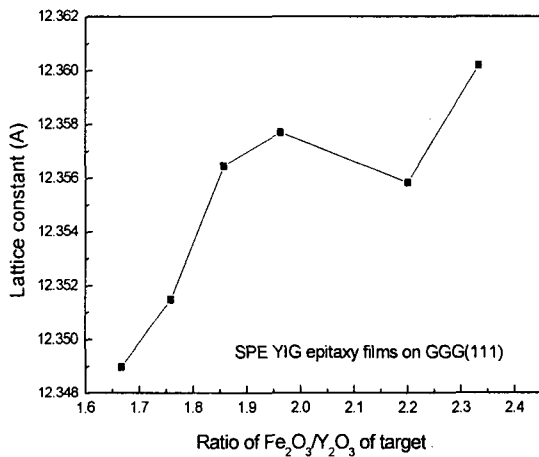


Fig.3 Lattice constant of YIG films as a function of ratio of  $Fe_2O_3/Y_2O_3$  of targets

#### 4. 결론

고상에피택시법으로 YIG박막을 제작하는 것은 통상의 방법과 같이 스파터할 때 고온이 필요하지 않으므로 타겟의 조성을 조절함으로써 박막의 조성을 정밀하게 제어하는 것이 가능하다는 것을 확인할 수 있었으며 이를 바탕으로 양질의 YIG박막을 제조하는 것이 가능하다. 따라서 앞으로 제작된 박막의 자기적 특성과 마이크로파특성을 측정함으로써 이러한 것을 확인하고자 한다.

#### 5. 참고문헌

1. Pyungwoo Jang and Jiyoung Kim, IEEE Trans. Magn., **37**, 2438(2001)
2. Pyungwoo Jang, H. Kiniki and S. Yamamoto, Phys. Stat. Sol (a), **201**, 1851(2004)
3. S. Yamamoto etc, Phys. Stat. Sol (a), **201**, 1810(2004)