

YIG 단결정 박막에 대한 정자파의 온도의존성

청주대학교 이수형*, 염태호
전자통신연구원 한진우, 이상석
고려대학교 백종성, 임우영

Temperature Dependence of Magnetostatic Waves on the YIG single crystalline Thin Films

Chongju University S. H. Lee*, T. H. Yeom
ETRI J. W. Hahn, S. S. Lee
Korea University J. S. Baek, W. Y. Lim

1. 서론

정자파는 자기쌍극자 상호작용의 영향을 받아 자기적으로 정렬된 결정격자의 마디에서 자기모멘트의 들뜸을 세차각도의 변화로 전달되는 파이다. 이러한 정자파는 오래전에 알려져 있었는데^[1-4] YIG (Yttrium Iron Garnet) 단결정 박막과 같은 새로운 자성재료가 개발되고 난 후에 각광을 받기 시작했다. 최근에 여러가지 장점 때문에 정자파를 응용한 각종 소자에 대한 연구개발이 집중되고 있다. 그 중에서도 MSW의 온도의존성은 순수 과학적인 측면에서 자기손실의 기구를 연구하고, 응용과학적인 면에서는 MSW 소자의 열적 안정성을 연구하는 매우 중요한 분야이다.

자성체 박막에 대한 MSW 및 전파특성을 측정하는 방법 중에 강자성 공명 방법이 가장 기본이 된다. 본 실험에서는 LPE 방법으로 제조한 YIG 박막에 대해 온도를 변화시켜 가면서 강자성공명 실험을 하여 정자파 모드를 관측하고 이를 분석하였다.

2. 실험 방법

-140 °C에서 200 °C까지 20 °C 간격으로 온도를 고정한 후 강자성공명 실험을 하였다. 실험에 사용한 마이크로파의 진동수는 cavity 내에 온도장치가 들어가기 때문에 9.06 GHz가 되었다. 마이크로파의 출력 및 변조자기장을 각각 1 mW와 0.01 G로 가하면서 정자기장을 시편면과 평행하게 0 ~ 5 kOe 까지 연속적으로 변화시켜 주면서 미분형 공명 흡수선을 관측하였다.

본 실험에 사용한 $Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG) 단결정 박막시편은 $Gd_3Ga_5O_{12}$ (GGG) 기판위에 일반적인 LPE 방법으로 성장되었고 성장시킬 때 포화온도는 923 °C, 성장온도는 910 °C이었다. 시편의 회전속도는 80 rpm 이었고, 시편의 두께는 9.9 μ m이었다.

3. 실험 결과 및 고찰

실험에 사용한 $1.65 \times 1.2 \text{ mm}^2$ 사각형 시편에 대해 -140 °C에서 200 °C 까지 20 °C 간격으로 온도를 변화해 가면서 강자성공명 실험을 수행하였다. 각 온도 모두 MSSW와 MSBVW의 들뜬 상태를 확인하였다. 온도가 감소함에 따라 모든 모드들이 고자장 쪽으로 이동하고 세기가 감소하는 것을 알 수

있다. 또한 MSSW와 MSBVW의 각 모드사이의 간격은 온도가 감소함에 따라 증가한다. 즉 온도가 낮아지면 각 모드들 사이의 간격이 벌어지게 되어 사용 주파수 대역폭이 증가하게 된다.

이러한 온도 변화에 따른 MSW 모드를 Damon과 Eshbach의 이론으로 계산한 결과 잘 일치하는 것을 알았고 온도별로 계산한 포화자화값은 온도가 증가함에 따라 비교적 완만하게 감소하였다. MSW 소자를 설계할 때 가장 중요한 인자는 자기공명선폭, 즉 자기손실값이다. Fig. 1에 온도에 따른 자기공명 선폭의 변화를 나타내었다. 200 °C에서 80 °C까지 온도가 감소함에 따라 공명선폭이 감소하는데 이는 온도가 감소하면 자기스핀이 열적으로 안정하게 되어서 공명 선폭이 감소하게 된다. 80 °C에서 -60 °C까지는 공명선폭이 거의 변화가 없는 것으로 보아 MSW 소자를 만들 때 온도 안정성은 매우 좋은 것으로 생각된다. -60 °C에서 온도를 감소하면 공명선폭이 급격히 증가함을 알 수 있다. 이러한 자기손실의 급격한 증가는 실제로는 점차적으로 감소해야 하나 공명 실험시 cavity내에 유전율이 매우 높은 수분이 들어와서 공명 모드의 세기를 감소시키고 선폭을 증가시키는 것으로 생각된다. 이러한 현상은 다른 실험 예를들어 strip line 측정법 등으로 체계적으로 조사되어야 한다고 사료된다.

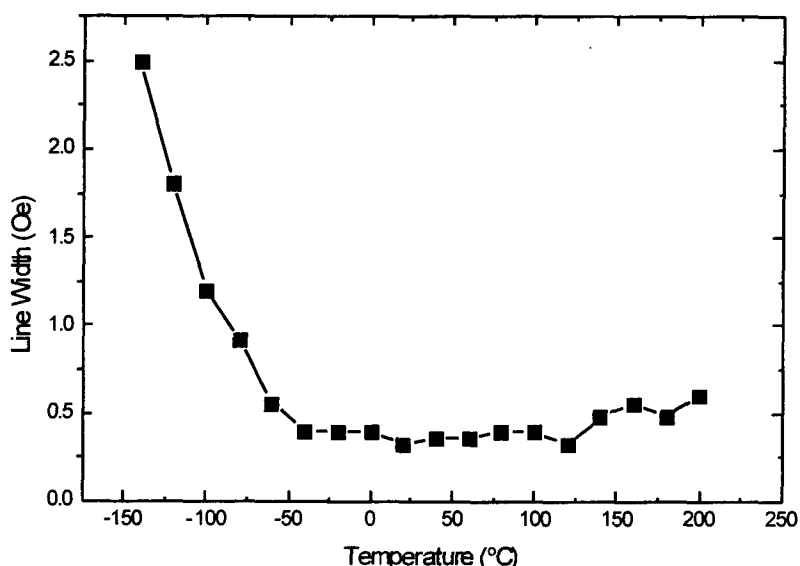


Fig. 1. Temperature dependence of MSW line width

4. 참고문헌

- [1]. L.R.Walker, Phys. Rev. **105**, 390(1957)
- [2]. R. W. Damon and J. R. Eshbach, J. Phys. Chem. Solids **19**(3/4), 308(1961)
- [3]. L. C. Hsia, H. Reimann and P. E. Wiegen, IEEE Trans. Mag., **Mag-17**, 2961 (1981)
- [4]. C. Borghese and P. De Gasperis, IEEE Trans. Mag., **Mag-18**, 1624(1982)