

## NSMM을 통한 Bi:YIG박막의 Bi농도에 따른 마이크로파 특성 연구

이한주, 윤영운, 김태동, 유형근, 김승희, Balt Erdene, 이기진  
서강대학교

**Abstract :** Bismuth-substituted yttrium iron garnet(Bi-YIG;  $\text{Bi}_x\text{Y}_{3-x}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ,  $x=0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ ) thin films were fabricated on glass substrates using a metal organic decomposition (MOD) method. The dielectric property was measured by NSMM(Near-field scanning microwave microscopy) system that operating frequency is 4 Ghz. The obtained reflection coefficient  $S_{11}$  of the Bi:YIG thin films with different bismuth concentration was increased as the bismuth concentration increased due to the lattice mismatch and vacancy of ions because of a lager ionic radius of bismuth ion than yttrium ion.

**Key Words :** Bi:YIG, garnet, microwave

### 1. 서 론

Garnet Ferrites는 마이크로파 통신의 중요한 소자로서 널리 쓰이고 있을 뿐만 아니라 우수한 자기광학 효과를 응용한 optical isolator와 같은 광통신 소자로서도 현재 응용 되고 있다. 특히 YIG (yttrium iron garnet)은 알려진 마이크로파 재료 중 자기공명 손실이 가장 적은 재료로서 가장 넓게 응용되고 있다[1]. 또한 bismuth가 yttrium이 점유하고 있는 sites에 치환될 경우 자기광학 현상이 크게 증가하게 되는 흥미로운 현상을 보이며, 이 현상을 응용하여 자기광학 센서 및 자기영역을 관찰하는 indicator film뿐만 아니라 광통신 관련 소자로서 폭넓게 응용되고 있다.

### 2. 실험

시편은 MOD (metal organic decomposition) 방법으로 제작하였다. 기판으로 eagle-2000 glass를 사용하였으며 spin coating 방식으로 5초간 5000rpm, 30초간 8000rpm으로 MOD 용액을 도포하였다. 이후 150℃에서 30분간 건조시킨 후 500℃에서 5분간 pre-annealing을 하였다. 위의 과정을 6회 반복 하였으며 마지막으로 700℃에서 1시간동안 post-annealing을 하였다. 각 시편의 조성비를 표 1에 나타내었다.

표 1. Bi-YIG 제조 조성비.

Sample	Yttrium	Bismuth
A	3.0	0.0
B	2.5	0.5
C	2.0	1.0
D	1.5	1.5
E	1	2

### 3. 결과 및 검토

그림 1에 각 시편의 마이크로파 반사계수  $S_{11}$  측정 결과를 나타내었다. 공기 중의 반사계수가 -49.7dB로 가장 낮게 측정되었으며 기판의 반사계수는 -36.5dB로 반사계수가 증가함을 볼 수 있다. 시편 A의 경우 기판의 반사계수와 1dB 내외의 작은 차이를 보였으며 이후 Bi의 치환량이 증가할수록 33.2dB에서 28.3dB로 점차 감소하였다. 반사계수의 차이는 시편 C와 D사이에서 2.9dB로 가장 크게 측정되었으며 다른 시편들의 경우에는 1~1.5dB로 측정되었다.

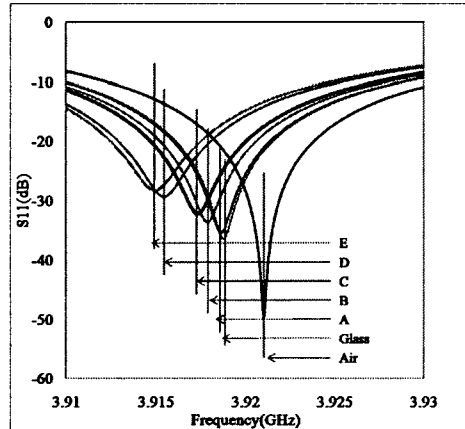


그림 1. 각 시편의 마이크로파 반사계수.

### 4. 결 론

본 연구에서는 MOD 방식으로 제작된 Bi:YIG 박막의 bismuth 치환 농도에 따른 마이크로파 특성을 NSMM을 통하여 연구하였다. NSMM 측정 결과 bismuth의 농도가 증가할수록  $S_{11}$ 이 -35dB에서 -28dB로 증가하였다. 이 결과는 시편의 유전율이 bismuth의 농도에 따라 증가하였음을 의미하며 이것은 bismuth 이온 반지름이 yttrium의 이온반지름보다 크기 때문에 bismuth의 농도가 증가할수록 결정격자의 결함이 증가하여  $\text{Fe}^{2+}$ 이온의 농도가 감소한 것으로 이해할 수 있다.

### 참고 문헌

- [1] A. Paoletti, Physics of Garnet, North-Holland Publishing Co., Amsterdam (1978), pp. 1-8, 291-297, 521-539
- [2] T. Ishibashi, A. Mizusawa, N. Togashi, T. Mogi, M. Houchido, and K.Sato: (Re,Bi)3(Fe,Ga)5O12 (Re=Y, Gd and Nd) Thin Films Grown by MOD Method, J. Crystal Growth 275 [1-2] (2005) e2427-e2431