

# 유전체 층의 굴절율 변화에 따른 1차원 자성 포토닉 결정의 특성 시뮬레이션

## Numerical Analysis of Performance of One-Dimensional Magneto-photonic Crystal as a Function of Refractive Index of Dielectric Layer

배승철, 박재혁, 이종백, 조재경

경상대학교 공과대학 전자재료공학과, 경남 진주시 가좌동 900

seung94@yahoo.co.kr

### 1. 서론

1차원 자성 포토닉 결정은 결함 층으로 삽입된 자성 층에 빛이 국재화되어 거대한 자기광학 효과를 나타낸다. 그 구조를 적절하게 설계하면 원하는 파장에서 거대한 자기광학 효과와 큰 투과율을 얻을 수 있다는 점에서 주목을 받고 있다.[1] 본 연구에서는  $(A/B)_k/M/(A/B)_k$ 의 구조를 갖는(여기서 A는  $\text{SiO}_2$ , M은 Bi:YIG) 1차원 자성 포토닉 결정에 대해 B유전체 층의 굴절율을 변화시켰을 때의 투과율(T), 페러데이 회전각 ( $\theta_F$ ), 성능지수(Q)를 수치 해석한 결과를 보고한다.

### 2. 수치해석

컴퓨터 프로그램을 이용하여 행렬접근법으로 1차원 자성 포토닉 결정을 수치해석 하였다. Bi자성 가네트 박막은 Bi가 0.5 치환된 것( $\text{Bi}_{0.5}\text{Y}_{2.5}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ )으로 설정하여, 이것의 유전율 텐서는 참고문헌[2, 3]에 보고된 것을 사용하였다. A층( $\text{SiO}_2$ )의 굴절율( $n_A$ )은 1.44를 사용하였으며, B층의 굴절율( $n_B$ )은 1.8-3.0으로 변화시켰다. 그리고, 유전체 층들에 의한 광흡수 및 굴절률의 파장 분산은 무시하였다.[1] 목표파장은 1000 nm로 하였으며, A와 B의 두께는 A 또는 B의 굴절률이 n일 때 목표파장의  $(1/4n)$ 로 하였다. k는 5-9, M의 두께( $d_M$ )는 1-1100 nm로 변화시키면서 시뮬레이션을 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 1에서  $k=9$ ,  $n_A=1.44$ ,  $n_B=1.8, 1.2, 2.3$ 의 값으로 주고, 투과율(T), 페러데이 회전각( $\theta_F$ ), 국재화 되는 파장  $\lambda$ , 성능 지수 Q ( $Q=T|\sin 2\theta_F|$ )를  $d_M$ 의 함수에 따라 나타내었다.  $n_B$ 가 증가함에 따라  $\theta_F$ 는 급격하게 증가하고, 그와 반대로 T의 값은 급격히 감소하였다. 이는 A와 B 사이의 굴절률의 차이가 커질수록 광의 국재화가 커지기 때문으로 생각된다. 그리고  $n_B$ 가 증가할수록 Q의 값도 같이 증가하여  $n_B=2.3$ 일 때 국재모드 각각에서의 최대값이 약  $Q=0.5$ 가 얻어졌다. 이는 단층 가네트 막에서 가질 수 있는 값보다 수 백 배 더 큰 값이다. Fig. 2에서도 유사하게  $n_B$ 가 2.88, 3.0의 값을 가질 때  $k=5$ 일 때도  $Q=0.5$ 에 달하는 큰 값이 얻어졌다.

### 4. 결론

1차원 자성 포토닉 결정에 높은 굴절율을 가지는 유전체 층을 적층하였다고 하여 수치 해석한 결과, 자성 층이 300-800nm, 유전체 적층수 k가 5-9 사이의 작은 값을 가지더라도 성능지수는 0.5까지 증가

되었다.

참고문헌

- [1] M. Inoue, K. Arai, T. Fuji, and M. Abe, J. Appl.-Phys. Vol.85, No. 8, pp.5768-5770, 1999.
- [2] M. Inoue, K. Arai, M. Abe, T. Fuji, S. Fan and J. D. Joannopoulos, Jpn J. Appl. Magn. Vol.23, pp.1861-1866. 1999.
- [3] V. Doormann, J. -P. Krumme, and H. Lenz, J. Appl. Phys. Vol.68, No.7. pp.3544-3553, 1990.

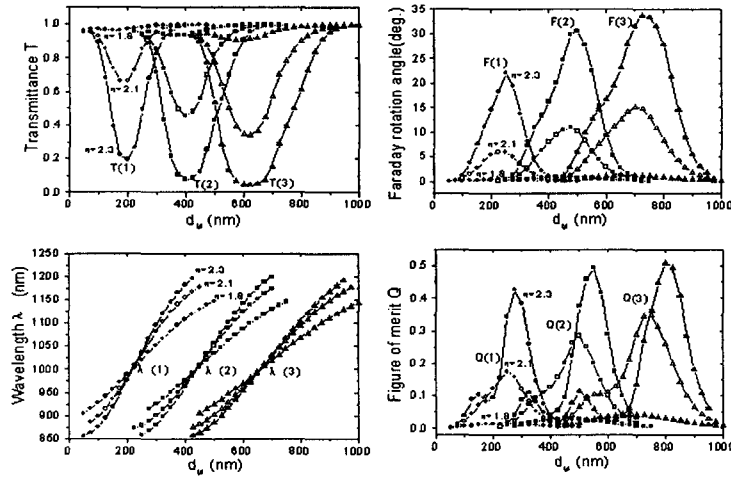


Fig. 1 Transmittance, Faraday rotation angle, localized wavelength, and magneto-optic figure of merit of 1-D MPCs with dielectric layer having refractive indices of 1.8, 2.1 and 2.3 and with  $k=9$

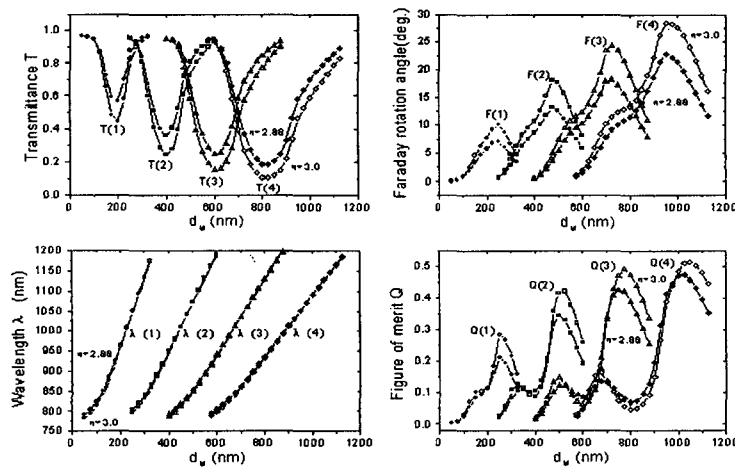


Fig. 2 Transmittance, Faraday rotation angle, localized wavelength, and magneto-optic figure of merit of 1-D MPCs with dielectric layer having refractive indices of 2.88, 3.0 and with  $k=5$