

1차원 자성 포토닉 결정을 이용한 자기 광학 공간 광 변조기의 설계

Design of Magneto-Optic Spatial Light Modulator Based on One-Dimensional Magneto-Photonic Crystal

이종백, 박재혁, 조재경

경상대학교 공과대학 전자재료공학과, 경남 진주시 가좌동 900

jkcho@nongae.gsnu.ac.kr

종래의 자기광학 디바이스는 자성체막을 빛이 투과할 때 얻어지는 페러데이 회전각을 이용했기 때문에, 페러데이 회전각을 증가시켜서, 광학적 성능을 증가시키려면 자성체막의 두께를 증가시켜야만 했다. 그러나, 자성체막의 두께를 증가시키면, 화소를 자기적으로 분리하기 위하여 자성체 막을 물리적으로 제거해야하여 깊이가 깊어지고 그 후에 도선막을 구조화하기 위하여 파낸 화소간 갭을 다시 평탄화해야 하는 등의 제조 공정이 기술적으로 매우 어려워진다는 문제점을 가지고 있었다. 또한, 자성체 막의 두께가 증가하면, 도선막에 전류를 흘려 발생하는 자장은 도선막으로부터의 거리의 제곱에 반비례하므로, 두꺼운 자성체 막 전체에 강한 자장을 인가하기 위해서는, 도선막에 흘리는 전류를 증가시켜야만 한다는 문제점을 안고 있었다.

본 논문에서는 Fig.1과 같은 1차원 포토닉 결정에 기반한 새로운 형태의 자기광학공간 광 변조 (1DMPC-MOSLM)의 설계에 대해 보고한다. 1차원 자성포토닉 결정이란 굴절률이 서로 다른 2종류의 유전체 박막들을 주기적으로 적층한 구조에 자성체 박막을 결합층으로 사용한 인공 결정을 말한다. 1차원 자성포토닉 결정을 이용하면, 유전체 다층 박막을 이용하여 얇은 자성체 박막을 사용하더라도, 자기 광학 효과를 증대시킬수 있다. 또한 얇은 자성체 박막 양면에 전극을 부착함으로써 자기장을 효율적으로 인가할 수 있다.

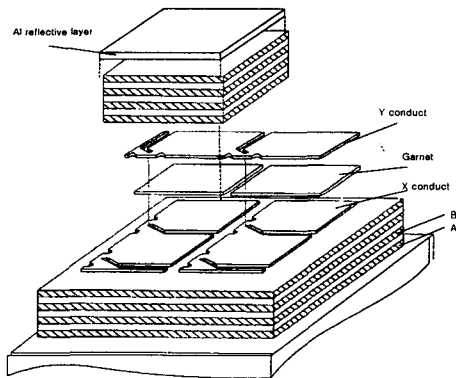


Fig.1. 1차원 자성 포토닉 결정을 이용한 공간 광 변조기의 모형도

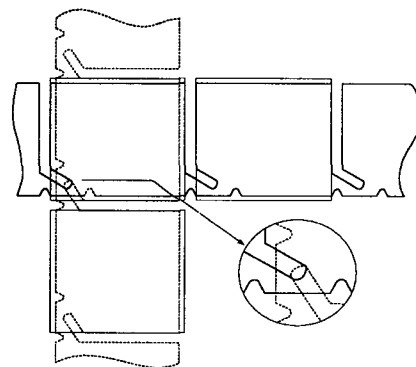


Fig.2. 구조화된 X 투명 도선막, 자성체 박막, Y 투명 도선막이 겹쳐지는 형상의 평면도

본 연구에서는 구체적으로 (T/S)n/T/I/G/I/T/(S/T)n/Al 의 구조를 갖는 반사형 1DMPC-MOSLM을 설계했다. 여기서 T,S,I,G는 각각 Ta2O5, SiO2, ITO전극, Garnet을 나타내고, Al은 반사막이다.

이 1DMPC-MOSLM의 광변조 원리는 빛을 기판쪽으로부터 조사하면 하부 다층막을 통과하여 X전극, 자성막, Y전극, 상부 다층막을 통과하여 반사층에서 반사되어 기판쪽으로 다시 나오게 된다. 이때 자성 박막에 의해 발생하는 $2\theta_F$ 의 페러데이 회전각을 이용한다.

ITO투명도전 전극 라인은 Fig.1 과 같이 X,Y matrix 형태를 가지며, 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 설계하였다. 본 전극라인의 특징은 Fig.2와 같이, ITO가 부분적으로 제거된 만입부를 갖는 것이다. 따라서 X,Y전극 라인에 전류를 흘리면 X,Y 라인의 만입부가 교차하는 곳에서 강한 자장이 발생하여 반전자구의 핵이 생성된다. 이때 생성되는 자장을 Fig.3에 나타냈다. Fig.3은 X,Y 전극라인에 각각 30mA를 흘렸을 때 X,Y만입부가 교차하는 곳에서 얻어지는 자장이다. 그림에서 보듯이, 30mA의 약한 전류를 흘리더라도 300Oe의 강한 자장이 얻어짐을 알 수 있다.

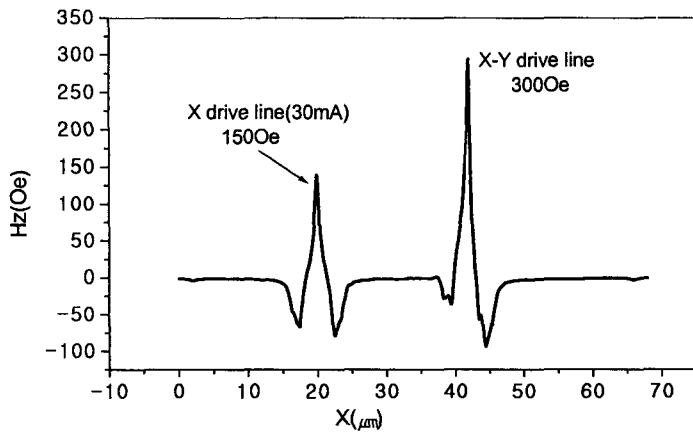


Fig.3. 두 전극사이에서의 수직 자기장 Hz 분포

결론

1차원 자성 포토닉 결정에 기반한 새로운 자기광학 공간 광변조기를 설계하였다. 이것은 작은 전류로도 화소의 자화를 스위칭할 수 있어 고스위칭 감도를 얻을 수 있는 효과가 있으며, 아울러, 얇은 박막들만을 사용하므로 제조공정을 단순화하는 효과가 있다.

참고문헌

- [1] Uzi Efron, *Spatial light modulator technology*, Marcel Dekker, Inc. (New York), 1997
- [2] Jaekyong Cho, S.Santhanam, T.Le, K.Mountfield, D.N.Lambeth, D.Stancil, and W.E.Ross Design, fabrication, switching and optical characteristics of new magneto-optic spatial light modulator, J. Appl. Phys. 76, 1910 (1994.8)
- [3]. 박재혁, 조재경, 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 고 스위칭 감도를 갖는 반사형 자기광학 공간 광 변조기의 드라이브 라인 형상 설계, 한국자기학회, 10(2), 93-98, (2000.4)