

## 2차원 광자 크리스탈로 구성된 이종 접합 구조의

## 굴절 작용에 대한 가능성 연구

A Feasibility Study on the Refractive Behavior of  
Heterostructures Made of 2D Photonic Crystals

박선영, 정교방, 김아영\*, 우정원\*

홍익대학교 전파통신공학과, \*이화여자대학교 물리학과  
crinon78@hanmail.net

광자 크리스탈의 밴드 구조가 다른 물질이 접하는 경계면으로 구성되는 이종 접합 구조 (Heterostructure)는 단일 구조에서 관찰할 수 없는 특성을 보유하고 있으므로 관심을 끌고 있다.<sup>(1)-(5)</sup> 이를 이용한 다 파장 add-drop 필터,<sup>(1)</sup> 2D-3D 하이브리드 구조에 의한 무 회절 손실 도파로,<sup>(2)</sup> beam splitter와 combiner<sup>(3)</sup> 등의 연구 결과가 최근에 제시되었다.

본 논문에서는 positive 굴절율과 negative 굴절율을 갖는 광자 크리스탈이 이종 접합 구조를 형성할 때의 굴절 작용<sup>(5)</sup>의 변화를 실린더의 반지름 변화에 따라 고찰하였다. 이를 위해 우선 2차원 정사각형 격자의 광자 크리스탈의 실린더 반지름을 변화시키면서, 밴드 구조와 특정 주파수에 대한 분산 곡선을 해석하여 굴절 작용을 조사하였다(그림 1). 그 후 광자 크리스탈 내에서 굴절 작용에 의한 빛의 전파를 고찰하기 위해, 그림 2와 같은 유한한 광자 크리스탈 구조에 입사파를 가하여, perfectly matched layer 경계조건을 이용한 FDTD 방법을 사용하여 전산 모의실험을 행하였다. 이 결과로부터 실린더의 반지름 변화에 따른 굴절 작용을 표 1과 같이 표시하였다. 표 1에서 동일한 격자 상수를 갖는 광자 크리스탈이 반지름의 변화만으로도 다른 광학적 특징을 가짐을 알 수 있다. 이를 이용하면 서로 다른 두개의 격자 구조를 사용하지 않고도, 이종 접합 구조를 구성할 수 있을 것이다. 따라서 이를 확인하기 위해 위에서 언급한 두개의 다른 굴절 작용을 갖는 구조를 접합하여 투과 특성을 전산 모의실험 중이다.

본 연구에서는 광자 크리스탈의 실린더의 반지름 변화에 따라 다른 굴절 작용이 나타남을 확인하였고, 이를 이용한 이종 접합 구조에 대한 가능성을 확인 중이다. 이에 대한 결과는 학술발표회에서 발표할 예정이다. 본 연구는 나노핵심 기술개발사업에 의해 지원되었음.

## [참고문헌]

- [1] B. S. Song, S. Noda, and T. Asano, "Photonic devices based on in-plane hetero photonic crystals," *Science* **300**, 1537 (2003).
- [2] A. Chutinan, S. John, and O. Toader, "Diffractionless flow of light in all-optical microchips," *Phys. Rev. Lett.* **90**, 123901 (2003).
- [3] A. Sharkawy, S. Shi, and D. W. Prather, "Heterostructure photonic crystals: theory and applications," *Appl. Opt.* **41**, 7245 (2002).
- [4] E. Istrate and E. H. Sargent, "Photonic crystal heterostructures - resonant tunneling, waveguides and filters," *J. Opt. A: Pure Appl. Opt.* **4**, S242 (2002).

- [5] Y. Takayama and W. Klaus, "Refractive behavior of 2D square lattice photonic crystals determined by reducing the symmetry of the unit cell," Jpn. J. Appl. Phys. 41, 6375 (2002).

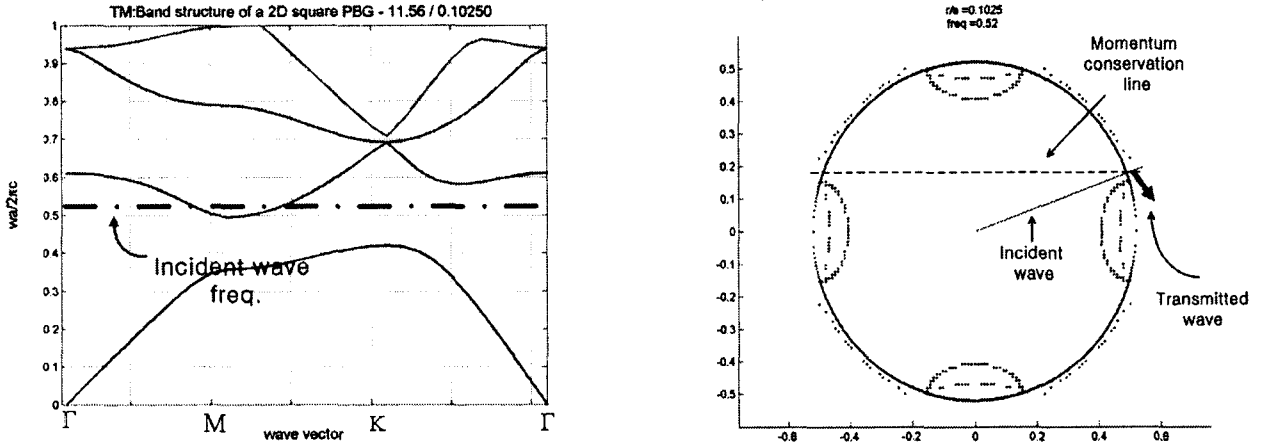


그림 1.  $r/a = 0.1025$  일 때의 밴드 구조와 분산 곡선

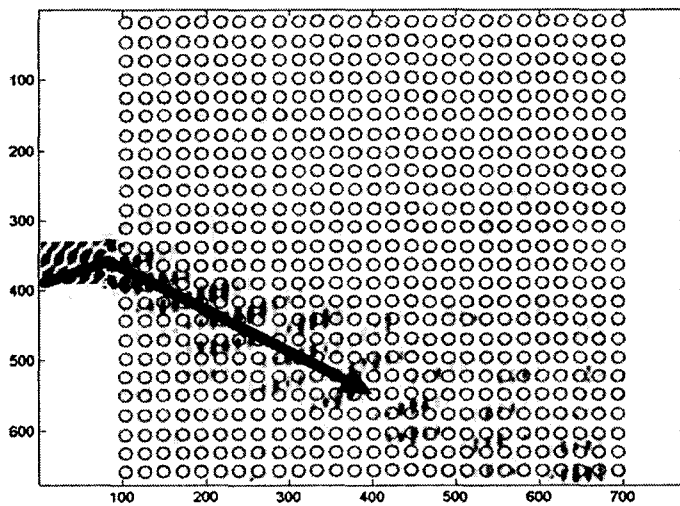


그림 2.  $r/a = 0.1025$  일 때 전기장 분포

Refractive Behavior	Radius ( $r/a$ )
Negative refraction	0.10000 ~ 1.66625, 0.18000 ~ 0.21938
Positive refraction	0.16688 ~ 0.17938
Photonic band gap	0.22000 ~ 0.29500

표 1. 반지름의 변화에 따른 굴절 작용