

최대 광밴드갭을 갖는 격자 구조를 이용한 광도파로 소자 설계

A defect waveguide using maximum bandwidth photonic bandgap

이동진, 성준호, 최철현, 이민우, 김보순, 양정수, 이일항, 박세근, 이승걸, 오범환

obh@inha.ac.kr

광자결정 격자에서 편광에 상관없이 존재하는 밴드갭을 절대-광밴드갭이라 한다. 이러한 절대-광밴드갭은 광소자의 구현에 있어서 다양하게 이용될 수 있다. 광자결정의 밴드갭이 크다면 국소적 결함을 이용하는 소자 설계의 오차한계나 동작한계를 한층 개선하여 줄것⁽¹⁾이므로 소자설계와 응용의 효용성이 더욱 높아질 것이다. 광자결정 격자에서 이러한 절대-광밴드갭은 유전체가 고립되어 있는 'spot' 과 유전체가 서로 연결되어 있는 'vein'을 적절히 배치하여 얻어질 수 있다. 그림 1과 같이 E-편광과 H-편광을 정의할 경우, E-편광은 유전체의 고립성이 강할 때에 밴드갭이 형성되고, H-편광은 유전체의 연결성이 강할 때에 밴드갭이 형성된다. 따라서 이러한 유전체의 고립성과 연결성을 이용하면 편광에 상관없는 절대-광밴드갭을 형성할 수 있게 된다. 이러한 격자 구조가 이미 제안되었고, 이러한 구조에서의 절대-광밴드갭은 삼각격자구조의 절대-광밴드갭보다 30% 증대되었음을 확인할 수 있었다.⁽²⁾ (고광학계수, 유전상수=11.25일 때) 그림 2는 최대 광밴드갭을 갖는 격자구조의 단위격자를 보여주고 있다. 최적화된 구조는 유전상수 = 11.25, $t/L \sim 0.057$, $r/L \sim 0.27$ 일 때이며 규격화된 주파수 영역 0.39816-0.50259에서 절대-광밴드갭이 형성된다.⁽²⁾ 본 지에서는 이러한 격자구조에 선결함을 도입하여 절대-광밴드갭내에 형성되는 모드특성에 대해 살펴볼 것이다. 그리고 이러한 구조에 대해 광도파로로의 응용가능성에 대해 알아보려고 한다. 계산은 기본적인 평면파 전개 방법(plane-wave expansion method)을 이용할 것이다. 우선 결함을 포함한 다양한 구조의 초격자(super lattice structure)을 형성하고, 기본적인 평면파 전개 방법을 이용하여 각각의 구조에 대한 모드 특성을 분석할 것이다. 그리고 마지막으로 각각의 모드 특성에 따른 응용소자에 대해 알아보려고 한다. 특히 편광분리기로의 응용가능성에 대해 알아보려고 한다.

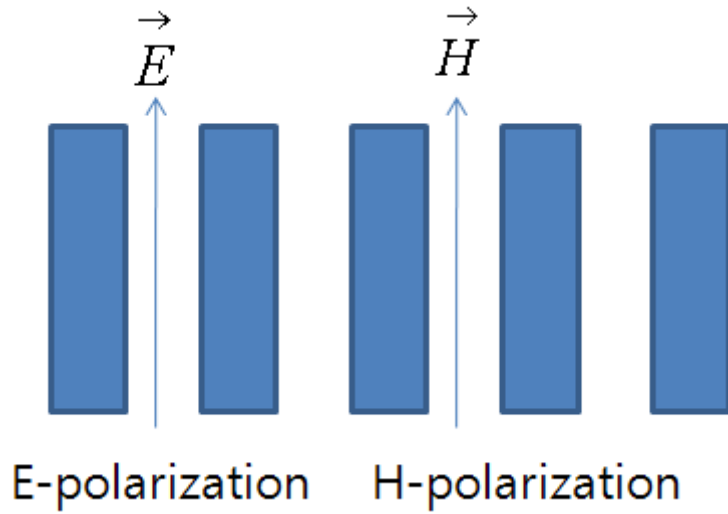


그림 1. E-편광과 H-편광의 정의

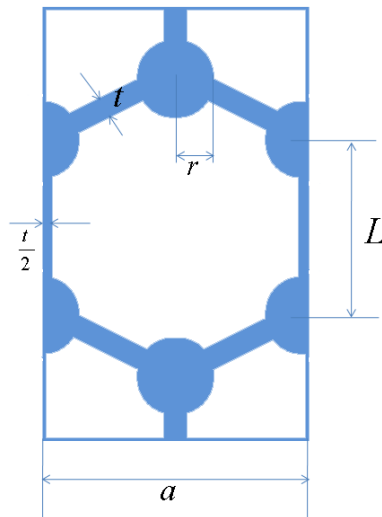


그림 2 제안된 단위격자의 구조

참고문헌

1. J. D. Joannopoulos, R. D. Meada, and J.N. Winn, Photonic Crystal; Molding the Flow of Light (Princeton University Press, Princeton, NJ, 1995) pp. 43-44
2. 성준호, 오범환, 이승걸, 박세근, 이일향, "최대 광밴드갭을 위한 2차원 광결정 구조", 한국광학회지 16, 261-265 (2005)