

타원형 고리 모양 광 결정 광섬유 Elliptical Ring Photonic Crystal Fiber

김소은, 오경환
광주과학기술원 정보통신공학과
sekim@gist.ac.kr

최근에, 기존의 광섬유보다 높은 굴절률 차이를 가지는 광 결정 광섬유를 이용하여 높은 복굴절 광섬유로의 응용이 활발히 연구되어지고 있다 [1]. 비대칭 구조를 이용한 광 결정 광섬유의 복굴절 값은 기존의 높은 복굴절 값을 가지는 광섬유에 비해 한 차수 높은 값 ($\sim 10^{-3}$)을 가진다[2]. 타원형 공기구멍을 이용하여 높은 복굴절 값을 가지는 광 결정 광섬유와 [3] 타원형 고리모양의 증공 광섬유의 복굴절에 대한 연구도 앞서 이루어 졌다[4]. 또한, 타원형 고리와 타원형 공기구멍을 이용하여 파장별로 일정한 복굴절 값을 가지는 광 결정 광섬유가 제안 되었다 [5]. 이를 바탕으로 본 논문에서는 증공 광섬유의 타원형 고리 모양 코어 구조를 광 결정 광섬유의 새로운 결점으로 도입하여 복굴절 값을 계산하였다. 본 논문에서 제안한 타원형 고리모양의 광결정 광섬유는 기존의 실리카와 공기구멍으로 만 이루어진 타원형 광 결정 광섬유에 비해 높은 굴절률 차이에 의해 광섬유의 자체 손실은 줄어 들을 알 수 있다. 계산에 사용된 공기구멍 사이의 간격 L 와 공기구멍의 크기 비율, D/L 는 각각 1.7mm와 0.7이다.

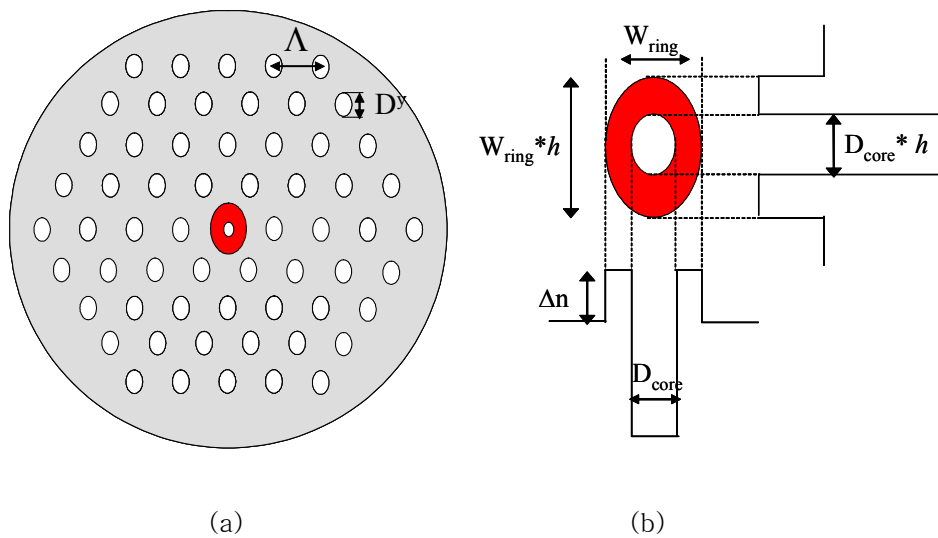


그림 1. (a) 제안된 광 결정 광섬유 단면 구조와 (b) 결점의 굴절률 분포

그림 1은 제안된 광 결정 광섬유의 단면 구조와 결점의 굴절률 분포이다. 기존의 광 결정 광섬유에 비해 타원의 비율인, ellipticity h , 타원형 고리의 크기, W_{ring} , , 굴절률 차이, Δn , 그리고, 코어 공기 구멍의 크기, D_{core} 에 의해 증가된 자유도를 보인다. 그림 2는 안된 타원형 고리 모양 광 결정 광섬유에서 D_{core} 를 변화시키에 따라 변하는 제 파장 별 굴절률 분포(그림 2(a))와 복굴절 값 (그림 2(b))이다. D_{core} 가 커질 수록 복굴절 값은 0.007까지 커지고, 단일 모드 광 결정 광섬유가 됨을 확인 할 수 있다. 이 때의 ellipticity h (D_y/D_x)는 2, $W_{ring}=L$ 이다. $D_{core}/L=0.4$ 일때, x-polarized fundamental mode의 cutoff wavelength는 1570nm이다. $\lambda > 1570nm$ 일 경우, 제안된 광 결정 광섬유는 단일 편광 단일 모

드 광섬유임을 알 수 있다. 그림 3은 타원형 공기구멍과 고리 모양의 코어에 의해 non-degenerated 된 두 fundamental mode 분포이다.

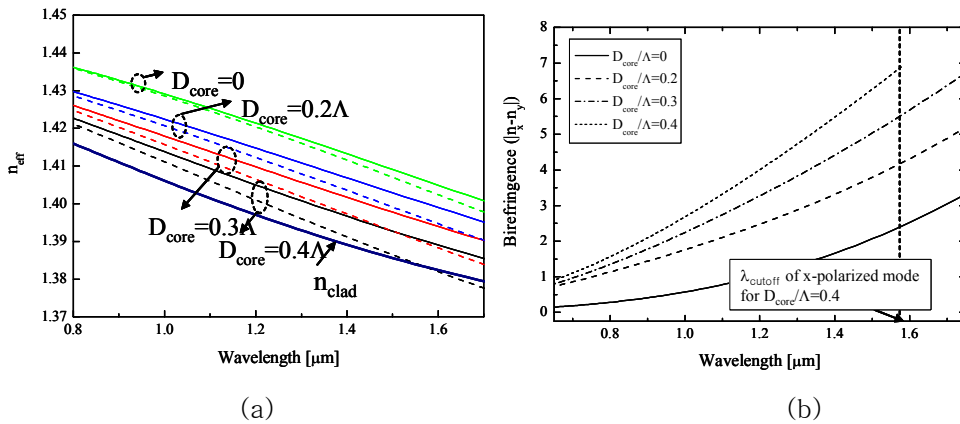


그림 2. (a) 새로운 광결정 광섬유 단면의 SEM image 와 (b) 모드 분포의 계산 결과

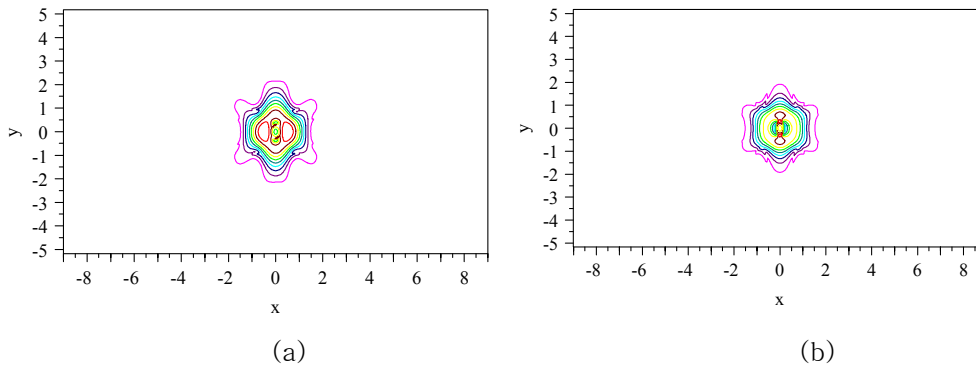


그림 3. (a) y-polarized mode 분포 와 (b) x-polarized mode 분포

본 논문에서는 타원형 고리 모양의 코어 구조를 이용하여 높은 복굴절 값을 가지는 새로운 모양의 광 결정 광섬유를 제안하였다. 또한, 제안된 타원형 고리에 의해 증가된 자유도를 이용하여 매개변수의 분석이 가능하다는 장점을 가진다.

참고문헌

1. T. P. Hansen, J. Broeng, S. E. B. Libori, E. Knuders, A. Bjarklev, J. R. Jensen, and H. Simonsen, "Highly birefringent index-guiding photonic crystal fibers," IEEE Photonics Technol. Lett., 13, 588-590 (2001).
2. J. Ju, W. Jin, M. S. Demokan, "Properties of a Highly Birefringent Photonic Crystal Fiber," IEEE Photonics Technol. Lett., 15, 1375-1377 (2003)
3. M. J. Steel, P. M. Osgood, Jr, "Elliptic-hole photonic crystal fibers," Opt. Lett., 26, 229-231 (2001)
4. I. K. Hwang, Y. H. Lee, K. Oh and D. N. Payne, "High birefringence in elliptic hollow optical fiber," Opt. Express, 12, 1916-1923 (2004).
5. Soan Kim, U. C. Paek, and K. Oh, "New defect design in index guiding holey fiber for uniform birefringence and negative flat dispersion over a wide spectral range," OSA Optics Express, vol.13, 6039-6050 (2005)