

광자결정 광섬유를 이용한 커플러 제작

Fabrication of fiber couplers using photonic crystal fiber

엄주범, 김진채, 문대승, 백운출, 이병하

광주과학기술원 정보통신공학과

leebh@kjist.ac.kr

일반적인 광섬유는 실리카로 만들어진 클래딩과 이보다 약간 굴절률이 높은 코어로 구성되어 있는 반면 최근 활발히 연구되고 있는 광자결정 광섬유(Photonic Crystal Fiber 또는 PCF)는 코아와 클래딩이 순수 실리카로 구성되어 있다. 다만 클래딩의 효과를 주기 위하여 광섬유 축을 따라서 구멍다발을 규칙적으로 만들어준다. 광자결정 광섬유의 특징으로는 넓은 파장에서 단일 모드로 진행하고⁽¹⁾, 아주 큰 분산을 갖게 할 수 있고⁽²⁾, 모드 반경을 조절 할 수 있으며, 특이한 분산 특성을 가지고 있다.⁽³⁾ 광섬유 커플러는 빛을 두 개 또는 그이상의 광섬유로 빛을 나누어주는 파워 분할기, 파장 분할 다중방식(WDM), 스위치의 기능을 가진 소자이다. 광통신에서 광자결정 광섬유의 필요성이 증가함에 따라서 광자결정 광섬유 커플러에 대한 요구가 높아지고 있다. 이 논문에서는 광자결정 광섬유 커플러를 용융-인장 방법(Fused Biconical Tapered method)을 이용하여 제작하는 방식과 제작된 커플러의 전송특성을 소개한다.

본 실험을 위해 두 종류의 광자결정 광섬유를 제작하였는데⁽⁴⁾ 하나는 5개 층의 공기구멍을 가졌고 다른 하나는 4개의 공기 구멍만을 가졌다. 그림 1-(a)은 본 실험에서 사용된 4개의 공기구멍을 가진 광자결정 광섬유의 전자 현미경 사진이다. 커플러를 제작하는 방법에는 몇 가지 방법이 소개되었지만 본 실험에서는 용융-인장방식⁽⁵⁾을 이용하였는데 두 가닥의 광섬유를 수소 불꽃으로 가열하면서 동시에 인장을 가하여 주는 방법이다. 한 가닥의 광자결정 광섬유에 1550 nm 파장의 빛을 넣어 주고 그 빛이 다른 가닥의 광섬유로 넘어갈 때까지 인장을 가하여 주었다. 제조 후 구부림이나 인장으로부터 광자결정 광섬유 커플러를 보호하기 위해서 U자 모양의 퀴츠와 에폭시를 이용하였다. 그림 1-(b)는 용융-인장 후 광자결정 광섬유 커플러 단면의 전자 현미경 사진이다. 그림 1-(a)와 비교하여 볼 때 인장 된 부분의 광섬유가 전체적으로 약 4배정도 크기가 줄었음을 알 수 있다.



그림 1. (a) 제작된 4개의 구멍을 가진 광자결정 광섬유의 전자현미경 사진. (b) 용융-인장 후 광자결정 광섬유 커플러의 전자현미경 사진.

그림 2에서는 광자결정 광섬유 커플러의 인장된 부분에 대한 광학현미경 사진을 나타내었다. 이로부터 각각의 광자결정 광섬유가 늘어남에 따라서 한 쪽으로 진행하는 빛이 다른 쪽으로 결합되어 진행 할 수 있음을 알 수 있다.

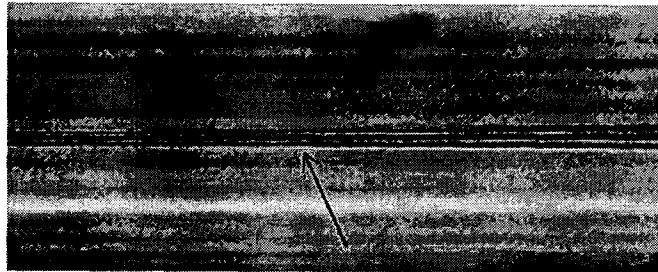


그림 2. 광자결정 광섬유 커플러의 인장된 부분의 광학현미경 사진.

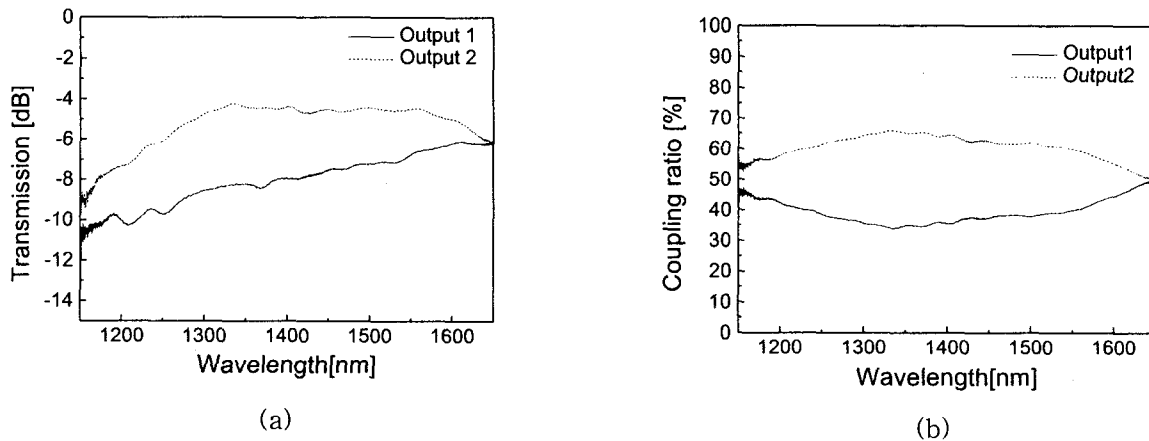


그림 3. (a) 광자결정 광섬유 커플러 각각의 출력 단의 전송특성 (b) 파장에 대한 광 결합 비율

5개 층의 공기구멍을 갖는 광자결정 광섬유를 사용한 커플러에 대한 출력특성을 그림 3에 나타내었다. 사용된 광자결정 광섬유의 전송손실은 약 0.2 dB/m 이었고 구멍과 구멍 사이의 간격은 약 10 μm , 외경은 120 μm 이었다. 입력단과 출력 단을 베어 파이버 어댑터(Bare Fiber Adapter)를 이용하여 각각 광원과 OSA에 연결하여 측정된 커플러의 출력 스펙트럼을 그림 2-(a)에 나타내었다. 스펙트럼에서 보듯이 1550 nm의 파장에서 출력 1에서 6.7 dB, 출력 2에서 4.5 dB의 전송손실이 나타났다. 커플러의 삽입 손실은 약 2.5 dB 이었다. 그림 2-(b)에는 파장에 따른 커플러의 광 결합 비율을 나타내었다.

요약하면 광자결정 광섬유를 이용하여 용융-인장 방식으로 커플러를 제작하였다. 인장된 길이를 조절함에 따라서 여러 가지 비율을 가진 광자결정 광섬유 커플러의 제조를 할 수 있었다. 1550 nm에서 약 4:6의 결합 비를 갖고 삽입손실이 약 2.5 dB인 커플러를 5층 공기구멍 구조의 광자결정 광섬유를 사용하여 구현하였다.

본 연구는 광주과학기술원의 ERC, BK-21 사업의 일부 지원 금에 의한 것입니다.

1. Knight et. al., Opt. Lett., **21**(19), pp. 1547-1549 (1996).
2. T. A. Birks et. al., Opt. Lett., **22**(13), pp. 961-963 (1997).
3. T. A. Birks et. al., IEEE Photon. Technol. Lett., **11**(6), pp. 674-676 (1999).
4. J. B. Eom et. al., OECC 2001 Post Deadline, PDP2.05 (2001).
5. B. S. Kawasaki et. al., Opt. Lett., **6**, pp. 327-328 (1981)