

광자결정 광섬유의 마이크로벤딩 영향

The Effect of Microbending on Photonic Crystal Fiber

문대승*, 김진채, 엄주범, 백운출, 이병하

광주과학기술원 정보통신공학과

dsmoon@kjist.ac.kr

일반적인 광섬유가 실리카로 만들어진 클래딩과 이보다 약간 굴절률이 높은 코어로 구성되어 있는 것과는 달리 광자결정 광섬유(photonic crystal fiber 또는 다공성 광섬유(holey fiber))는 코아와 클래딩이 순수 실리카로 구성되어 있다. 클래딩의 효과를 주기 위해 광섬유 축을 따라서 규칙적인 공기구멍 다발을 형성하여 준다. 광자결정 광섬유는 특이한 광학적 특성 때문에 최근에 활발히 연구되어 지고 있다. 공기구멍의 구조를 조절함으로써 넓은 파장 영역에서 단일 모드로 진행하고⁽¹⁾, 아주 큰 분산을 갖게 할 수 있고, 모드 반경을 조절 할 수 있으며, 특이한 분산 특성과 이의 조절이 가능하다. 또한 구조에 따라 다르기는 하나 광자결정 광섬유는 일반적인 광섬유와는 달리 광전송 손실이 구부림(bending)에 민감하다. 현재 광자결정 광섬유에서 macrobending에 대한 연구는 보고되어 있지만⁽²⁾, 마이크로 단위의 구부림(microbending)에 대한 연구는 보고되고 있지 않다. 본 논문에서는 광자결정 광섬유에 주기적인 압력으로 마이크로 단위의 구부림을 주었을 때 광자결정 광섬유의 구부림 손실 (bending loss)을 그 투과 스펙트럼 상에서 알아보았다.

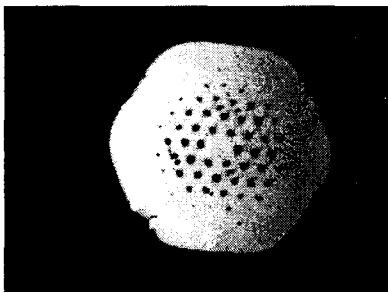


그림 1. 광자결정 광섬유의 단면사진.

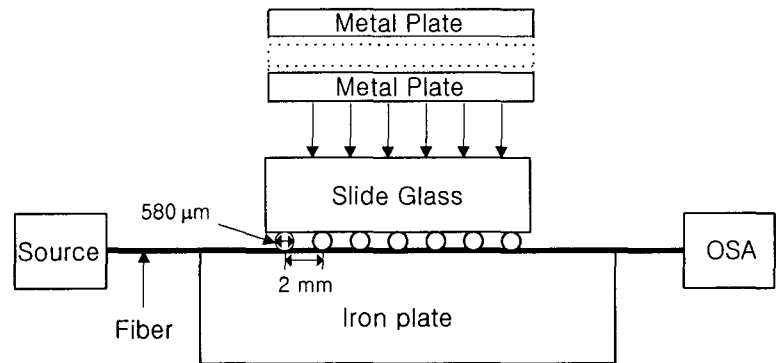


그림 2. 광자결정 광섬유에 microbending을 유도하기 위한 실험의 개략도.

그림 1은 실험에 사용한 광자결정 광섬유의 단면 사진으로 공기 구멍간의 거리는 $10.8 \mu\text{m}$, 코어에 인접한 공기구멍의 크기는 $5.1 \mu\text{m}$ 이다.⁽³⁾ 그림 2는 본 실험의 구성을 나타내는 개략도이다. microbending을 인가하기 위해서 지름이 $580 \mu\text{m}$ 인 유리 막대를 슬라이드 글라스 위에 일정하게 2 mm 간격으로 5 cm를 접착하고, 폴리머 코팅된 광자결정 광섬유를 금속판($150 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$) 위에 평행하게 올려놓은 후 그 위에 덮었다. 슬라이드 글라스 위에 금속판($50 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$)을 올려놓아 압력을 주게 되면 microbending이 형성된다. 그림 3 (a)와 (b)는 각각 1310 nm 와 1510 nm 파장에서, microbending이 형성된 광자결정 광섬유와 일반 단일모드 광섬유의 무게에 따른 투과 스펙트럼을 비교한 그림이다. 그림에서 보는 바와 같이, 단일모드 광섬유는 장파장 영역에서 벤딩에 더 민감하지만, 광자결정 광섬유는 단파장 영역에서 벤딩에 더 민감함을 알 수 있었다. 또한, 단일모드 광섬유와는 달리 광자결정 광섬

유는 적은 무게에 대해서도 벤딩에 아주 민감하다는 것을 알 수 있었다.

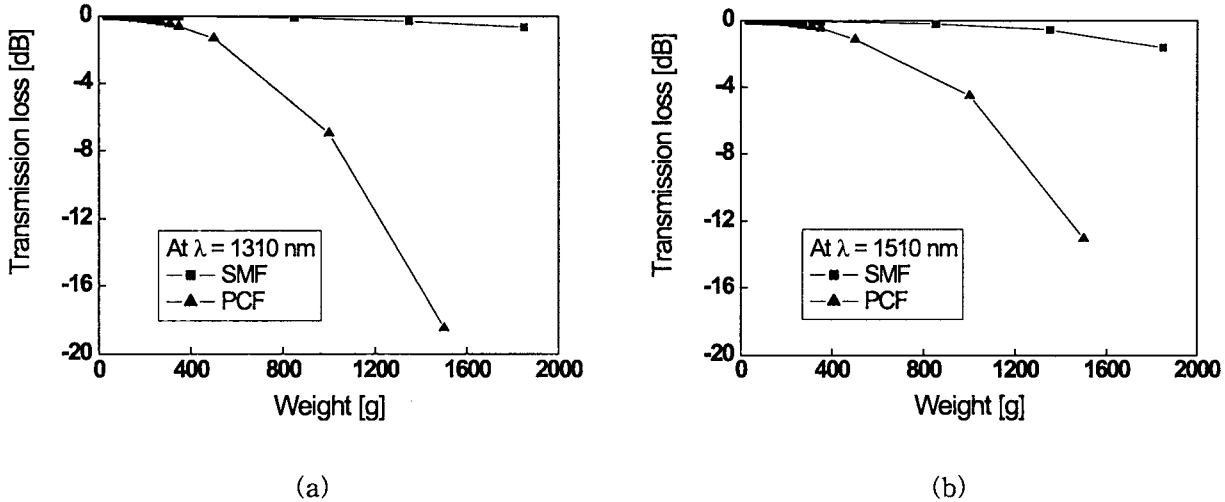


그림 3. 파장 1310 nm (a) 와 1510 nm (b)에서 microbending이 가해진 광자결정 광섬유와 단일모드 광섬유의 무게에 따른 투과손실의 변화.

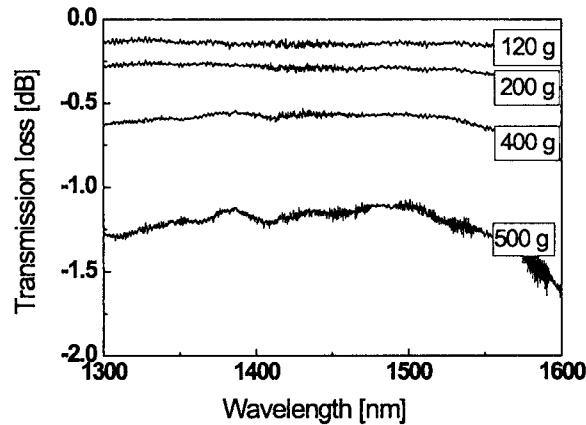


그림 4. Microbending이 인가된 광자결정 광섬유의 무게에 따른 스펙트럼.

그림 4는 microbending이 가해진 광자결정 광섬유의 투과스펙트럼이다. 넓은 파장영역에 걸쳐 비교적 평탄한 감쇠 특성을 갖는 것을 볼 수 있었고 가해진 무게에 따라 광 손실을 조절할 수 있음을 알 수 있었다.

본 논문에서는 광자결정 광섬유의 microbending에 따른 광학적 특성을 알아보았다. 위의 실험적 사실을 이용한다면 압력센서와 조절 가능한 감쇄기의 구현이 가능할 것으로 본다.

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

1. T. A. Birks et al, Opt. Lett., 22(13), pp. 961-963 (1997).
2. T. Soerensen, et al, Electron. Lett., 37 (5), 287, (2001).
3. J. B. Eom, et al, OECC/IOOC 01, PDP 2.05, (2001).

T
C