

고출력 분배를 위한 2×2 다중모드 다공광섬유 분배기 제작

Fabrication of 2×2 Multimode Air-Clad Holey Fiber

Splitter for High Power Distributing System

김영복, Madhan. T., 박창수
 광주과학기술원 정보통신공학과
 csp@gist.ac.kr

다공광섬유가 보고된 이후 높은 비선형성과 큰 색분산 등 일반적인 단일모드 광섬유와 다른 특성들 때문에 많은 연구가 진행되어왔다[1,2]. 그러나 최근에는 단순한 실리카 구조의 코어와, 코어를 둘러싼 공기층으로 이루어진 클래딩 구조를 가지는 다중모드 다공 광섬유가 보고 되었다. 다중모드 다공광섬유는 클래딩 펌핑된 고출력 레이저 시스템에 응용되며[3], 매우 높은 N.A. 와 다중모드 특성을 갖는다. 다중모드 다공광섬유를 이용한 출력 결합기는 클래딩 펌프 광섬유 레이저의 펌프파워를 끌어올리며, 고출력 분배 시스템에서 매우 유용하게 사용될수있다.

본 연구에서는 2×2 다중모드 다공광섬유 분배기의 제작을 보고하며, 제작 과정, 분배 비율, 스펙트럼 분석, 삽입 손실 및 잠재적 응용에 관하여 보고한다.

제작된 다중모드 다공광섬유는 130mm의 외경을 가지며 코어의 직경이 70mm, 그리고 공기층의 직경과 층간의 간격은 각각 7mm 이다. 고온 가열 점감 기법 (FBT)에 의하여 제작된 2×2 다중모드 다공 광섬유 분배기의 개략도, 측면, 그리고 단면 이미지는 그림 1. 에 나타나 있다. 가열에 의하여 공기 층의 직경은 계속 줄어들게 되며 마침내 가열 중심부의 공기층은 압축되어 사라지고 단순한 실리카 구조의 다중모드 가이드를 하게 된다. FBT 기법은 두가닥의 광섬유를 꼬은후, 가열하며 인장하게 되며, 이 때 분배기 제작을 위한 최적화된 인장 길이는 8.74mm 이다.

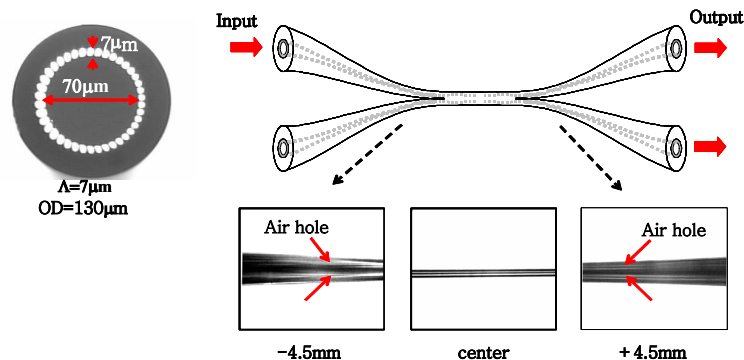


그림1. 2×2 다중모드 다공광섬유 분배기의 개략도, 광섬유의 측면, 단면 이미지.

그림2.는 1310nm에서 광섬유의 인장에 따른 출력 단자 에서의 상대적인 파워 비율과 파장에 따른 두출력단의 전송특성 곡선을 나타낸 것이다. 4mm의 인장길이를 가질때 커플링이 일어나기 시작하며, 다중모드 다공광섬유의 인장길이가 8.74mm 일때 양 출력단에 동일한 50:50의 파워비를 가지는 다중모드 분배기를 얻을수 있다.

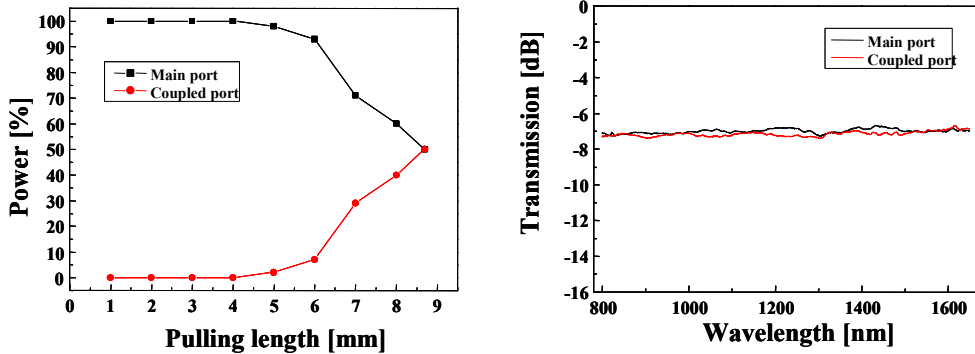


그림2. 인장에 따른 상대적 출력비 및 출력단의 스펙트럼.

그림 2.는 제작된 분배기의 50:50 커플링 비율에서의 출력단의 스펙트럼을 보여준다. 스펙트럼은 편광되지 않은 백색광원을 사용하여 측정하였으며, 출력단은 800nm에서 1650nm에 걸쳐 넓은 영역에서 거의 같은 스펙트럼 특성을 보여준다. 따라서 다중모드 다공광섬유 분배기는 wide band 분배기로 적합하며, 매우 뛰어난 uniformity 특성과 파장 독립적 특성을 보여준다. 일반적인 다중모드 광섬유는 0.6dB 이상의 uniformity 특성을 나타내는데 비해, 다중모드 다공광섬유는 0.5dB이하의 uniformity 특성과 다중모드 광섬유에 비해 커다란 코어로 인한 다루기가 용이하며 N.A. 가 큰 장점이 있다.

그림 3. 은 전송 특성을 측정하기 위한 도면과 측정된 값을 나타낸 것이다. 광원으로는 Fabry-Parot 레이저 다이오드를 사용하였으며, 중심파장은 1310nm와 1550nm에 맞추었다. 62.5mm 를 갖는 일반적인 다중모드 광섬유와 다중모드 다공광섬유를 연결하여 삽입손실, 초과손실 및 분배비율을 측정하였으며 그 측정된 값을 그림 3. 에 나타내었다. 측정된 삽입 손실과 초과 손실은 각각 6.9dB, 3.9dB이며, 각각의 손실은 공기층의 수축에 의해 커지게 되었으며, 개선된 특성을 위하여 디자인 파라미터값을 정형화 시킬수 있다.

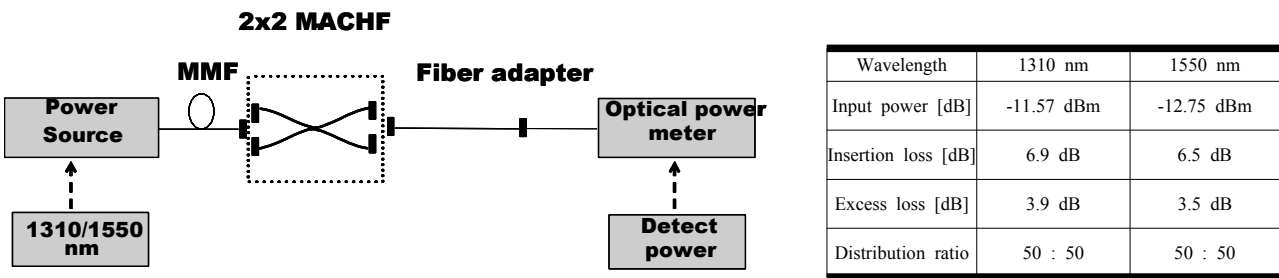


그림3. 전송 특성 평가를 위한 setup 및 측정된 값

2×2 다중모드 다공광섬유 분배기를 FBT 기법을 이용하여 제작하였으며, 제작된 분배기는 1550nm에서 6.5dB의 삽입손실과 3.5dB의 초과 손실을 갖는다. 분배기는 800nm에서 1650nm 사이에서 양 출력단에 50:50의 파워분배 비율과 약 0.5dB의 uniformity 특성을 보인다. 높은 N.A.와 큰 실리카 코어의 특성을 이용하여 고출력 분배 시스템에서의 응용이 가능하다.

References

1. J. C. Knight, et. al, *Opt. Lett.*, vol. 21, pp. 1547-1549, 1996
2. J. K. Ranka, et. al, *Opt. Lett.*, vol. 25, pp. 769-798, 2000
3. P. Glas, et. al, *Opt. Express*, vol. 10, pp. 286-290, 2002