

기울어진 광섬유 브래그 격자를 이용한 전광섬유 파장 가감기

All-fiber add-drop multiplexer based on using tilted fiber bragg grating

염동일, 박희수, 권재중*, 이병호*, 김병윤
 한국과학기술원 물리학과, *서울대학교 전기공학부
 yuha92@kaist.ac.kr

광통신 분야에서 파장분할 방식(WDM)이 널리 이용됨에 따라, 파장 가감기는 광통신의 핵심 소자로 주목받고 있다. 특히, 광섬유 브래그 격자를 이용한 전광섬유(All-fiber) 소자는 좁은 선택파장 특성을 만족시키며 삽입손실이 작다는 장점을 가지고 있다. 본 논문에서는 기울어진 광섬유 브래그 격자(Tilted FBG)와 모드분할 방향성 결합기(Mode Selective Coupler, MSC)의 광섬유 공간모드(spatial mode)결합을 이용한 전광섬유 파장 가감기⁽¹⁾에 대하여 설명하고 있으며, 보다 좋은 성능의 소자제작을 위해 몇 가지 새로운 제작방법을 제안하고 구현하였다.

그림 1은 전광섬유 파장 가감기의 구조를 나타내고 있다. 전광섬유 파장 가감기는 기울어진 광섬유 브래그 격자와 양단의 모드분할 방향성 결합기로 구성되어 있다. 모드분할 방향성 결합기는 단일모드 광섬유의 기본모드인 LP_{01} 모드를 이중모드 광섬유의 LP_{11} 모드로 결합시켜 주는 역할을 하며⁽²⁾, 기울어진 광섬유 브래그 격자는 브래그 조건을 만족하는 특정파장에서 진행하는 모드를 다른 모드로 전환하여 반사시켜주는 역할을 하고 있다⁽³⁾. 모드결합기의 결합손실을 줄이기 위하여 odd LP_{11} 모드가 제거되고 높은 numerical aperture(NA)를 가진 이중모드 광섬유를 사용하였다.

그림 2는 기울어진 브래그 격자를 제작하기 위해 제안된 set up의 구성도 이다. 브래그 격자를 적당히 기울여 새기면 이중모드 광섬유의 LP_{11} 모드에서 LP_{11} 모드($LP_{11} - LP_{11}$)로의 원하지 않은 반사를 억제 할 수 있는데, 이러한 각도를 찾기 위해 그림과 같이 브래그 격자의 반사 스펙트럼을 실시간으로 측정하여 최적화 된 각도를 보다 정확하고 용이하게 찾을 수 있었다.

그림 3는 제작된 전광섬유 파장 가감기의 성능을 나타내고 있다. Drop 단자 스펙트럼에서 분리된 신호의 중심파장은 1556.2nm였고, 파장선택의 3dB대역폭은 0.35nm이었으며, 분리된 신호가 겪는 광손실은 3.9dB이었다. Output단자 스펙트럼에서 전체적인 손실은 4.7dB~6.5dB이었고, LP_{11} 모드에서 LP_{01} 모드($LP_{11} - LP_{01}$)로의 반사는 23.2dB이었으며, $LP_{11} - LP_{11}$ 반사는 0.4dB이하로 상당히 억제가 잘 되었음을 알 수 있다. 출력스펙트럼 안의 작은 그래프는 단파장 영역에서 클래딩 모드와의 결합손실을 측정한 결과이다. 클래딩 모드와의 결합으로 인한 손실은 $LP_{11} - LP_{01}$ 반사의 중심파장으로부터 약 14nm 떨어져 있는 1542nm지점부터 관찰되었으며, 그 크기는 1dB이하이었는데, 이는 높은 NA의 이중모드 광섬유를 이용함으로써 브래그 격자에서 일반적으로 일어나는 클래딩 모드와의 결합이 줄어들기 때문이며, 이를 이론적으로 계산하여 확인하였다.

[참고문헌]

1. H. S. Park, S. H. Yun, I. K. Hwang, S. B. Lee and B. Y. Kim, "All-fiber add-drop multiplexer using a tilted fiber Bragg grating and mode-selective couplers", in OFC'99, paper TuH6-1.
2. W. V. Sorin, B. Y. Kim, and H. J. Shaw, "Highly selective evanescent modal filter for two-mode optical fibers", Opt. Lett., vol. 11, pp. 581-583, (1986)
3. Thomas A Strasser, J. Renee Pedrazzani, M. J. Andrejco, "Reflective-mode cinversion with UV-induced phase gratings in two-mode fiber", in OFC '97 Technical Digest FB3T.

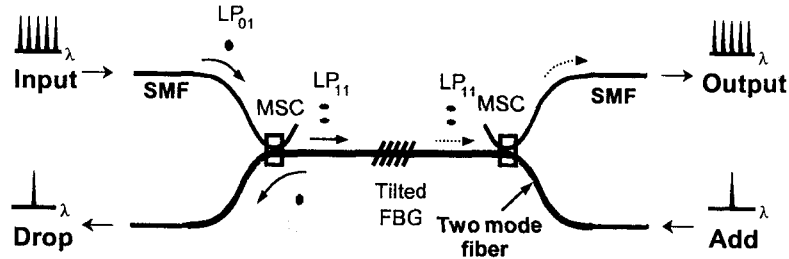


그림 1. 전광섬유 파장 가감기의 구성도

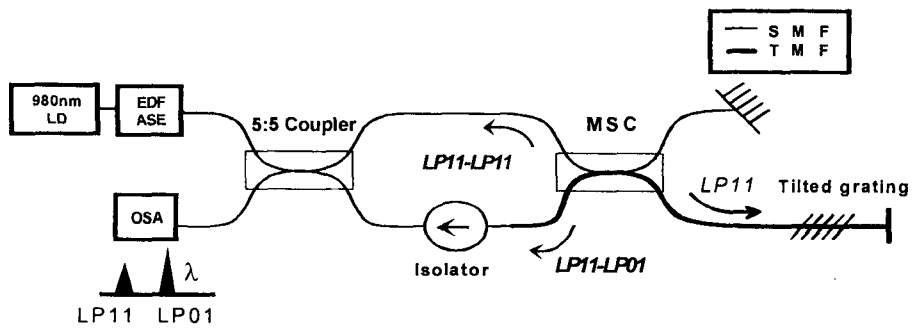


그림 2. 기울어진 브래그 격자 제작 set up

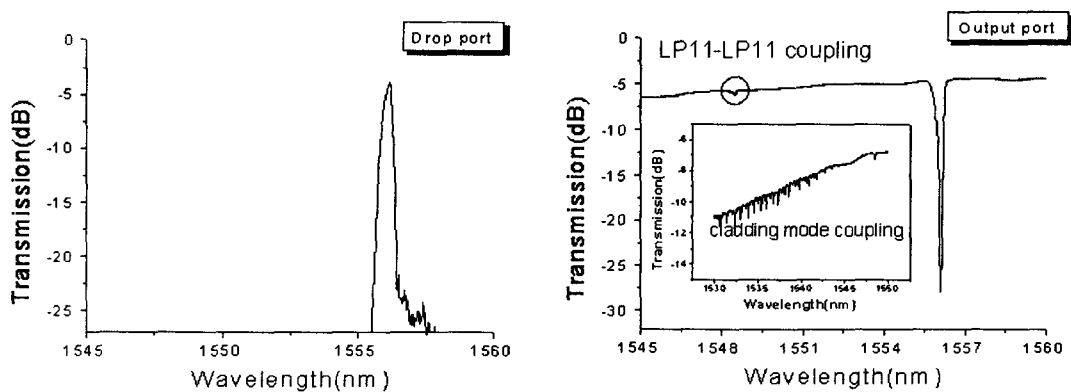


그림 3. 제작된 전광섬유 파장 가감기의 성능