

광섬유와 리튬나오베이트 다중모드 도파로 결합기의 다중 채널 대역통과 필터 특성

Multi-channel Bandpass Filtering Characteristics of a Fiber to LiNbO₃ MMOW Coupler

*손 경락, 이 남권, 송 재원
경북대학교 전자공학과
krsohn@optic.knu.ac.kr

광섬유와 평면 도파로를 결합한 도파로 구조에서 광 결합 현상은 다양한 응용 가능성 때문에 이론적으로 또는 실험적으로 많은 연구가 되어오고 있다^[1, 2]. 광섬유는 단일모드를 이용하고 적당한 곡률이 주어진 블록에 고정한 후 연마하여 클래딩의 일부를 제거하고, 그 상부에 다중모드 평면 도파로(Multi-Mode Overlay Waveguide; MMOW)를 구성한다. 제작된 결합기 구조에서 평면 도파로는 광섬유의 감쇠장 결합(Evanescent field coupling)을 유도하게 되므로, 소자의 특성은 평면 도파로의 구조와 조건에 의해 결정된다. 현재까지 보고된 평면 도파로는 주로 폴리머나 액체 상태의 오일류등으로 이루어졌으며 리튬나오베이트를 이용한 경우^[1] 수 μm 또는 수십 μm 이하의 두께로 제작되었다. 평면 도파로의 두께가 얇고 광섬유 코어와의 굴절률 차가 크지 않을 경우 두 도파로의 위상 정합에 의해 방향성 광 결합이 일어나는 공진 파장 간격이 넓게 나타난다. 따라서 이들 소자는 스위치, 변조기, 편광기, 파장 선택성 소자, 센서등으로의 활용 가능성을 제시하고 있다^[2]. 만약 다중모드 평면 도파로의 두께가 두꺼워지면 더 높은 차수의 고차 모드들이 발생하고 이 모드들이 광섬유의 감쇠장과 결합하므로 공진 파장 간격이 좁게 나타난다. 그러므로 평면 도파로의 굴절률과 두께를 조절함으로써 파장분할 다중화(WDM)의 다 채널 분리를 위한 필터에 적용할 수 있다^[3].

본 논문은 리튬나오베이트를 다중모드 평면 도파로로 이용하였을 때의 파장에 따른 투과 특성을 전산모의하고 제작된 소자로부터 측정된 다중라인 대역통과 필터 특성을 비교한 것이다. 먼저 그림 1의 소자 구조를 Rsoft사의 BeamProp을 이용하여 전산 모의한 결과를 그림 2에서 보여주고 있다. 광섬유의 연마된 부분과 평면 도파로 사이에 버퍼층을 형성하지 않은 경우 두 도파로 사이의 굴절률 차이로 인하여 충분한 광 결합 효율을 얻을 수 없다. 따라서 광섬유의 감쇠장을 높은 굴절률을 가진 평면 도파로의 고차모드와 충분히 결합할 수 있도록 하기 위하여 중간 결합층인 버퍼층을 두어야 한다. 그림 2의 실선은 1 μm 두께의 NOA61(1.542@1550nm)을 버퍼층으로 하였을 때의 파장에 따른 투과 스펙트럼이다. 소자 제작에 있어서 평면 도파로는 상용화된 0.5mm 두께의 X-cut 리튬나오베이트 웨이퍼를 7 \times 7[mm²]의 크기로 절단하고 적당한 크기의 유리판에 고정한 후 200 μm 두께로 연마하여 제작하였다. 이렇게 제작된 평면 도파로를 광 접착제인 NOA61을 이용하여 광섬유의 연마된 부위에 압착시킨 후 UV를 조사하여 완전히 고정시킨다. 이때 형성된 층이 버퍼층의 역할을 하게 되며 두께는 1 μm 정도이다. 제작된 소자의 파장에 따른 투과 스펙트럼을 그림 3에서 보여주고 있다. 인접한 채널과의 간격이 4nm 정도로 전산 모의한 결과인 3.6nm와 유사한 결과를 보여주고 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 소자는 WDM의 좁은 대역폭의 다중라인 광원을 위한 필터 또는 채널간의 혼신(Crosstalk)을 줄이기 위한 필터로 응용될 수 있다.

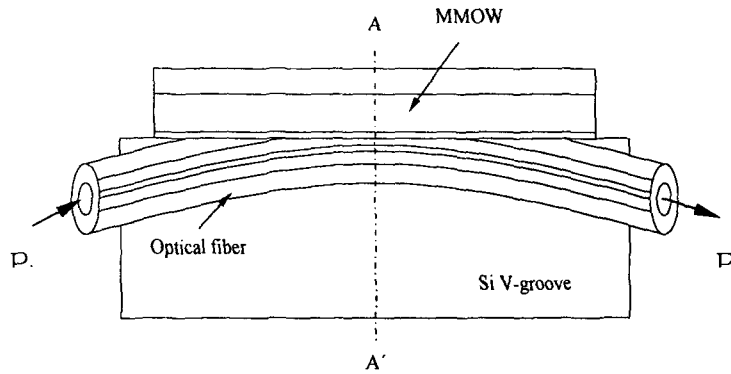


Fig. 1. Basic structure of a multiline passband filter composed of side-polished fiber and MMOW

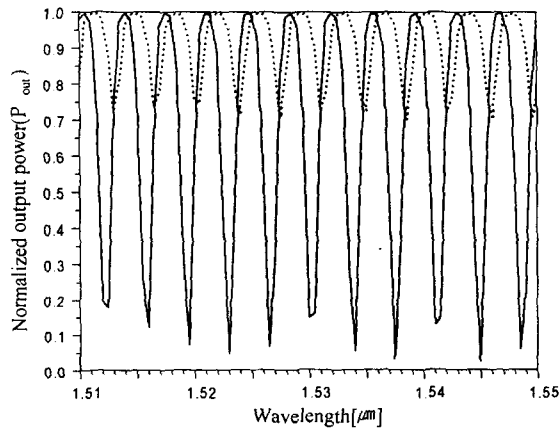


Fig. 2. Transmission spectrum by numerical analysis (dot line: without buffer layer, solid line: with buffer layer)

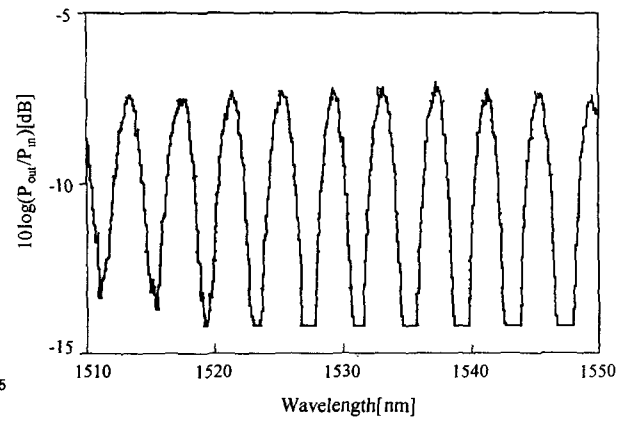


Fig. 3. Measured transmission spectrum

■ 참고문헌

- [1] S. Creaney, W. Johnstone, and K. McCallion, IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 8, pp. 355-357, 1996
- [2] K. T. Kim, H. W. Kwon, J. W. Song, S. Lee, W. G. Jung, and S. W. Kang, Opt. Commun. 180, pp. 37-42, 2000.
- [3] K. R. Sohn, K. T. Kim, and J. W. Song, Proc. of Photonics Conference 2000, pp. 231-232