

# 측면 연마 광섬유와 두께가 변하는 평면도파로사이의 결합을 이용한 이득 평탄 필터

## Gain flattening filter for EDFA based on coupling between a side-polished fiber and a tapered planar waveguide

김효겸, 이규효, 김광택, 엄주범\*, 김동환\*, 최현범\*\*  
 호남대학교 광전자공학과, \*한국광기술원 광시스템팀, \*\*폰시스템  
[ktkim@honam.ac.kr](mailto:ktkim@honam.ac.kr)

어븀 첨가 광섬유 증폭기(EDFA)의 이득이 파장에 의존한다는 사실은 잘 알려져 있다. 따라서 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 전송 방식에서 각 채널이 동일한 광과위를 가지기 위해서는 EDFA 출력단에 이득평탄화 필터가 추가적으로 요구된다. 그 이득 평탄화기로 필름 형태의 필터<sup>(1)</sup>, 장주기 광섬유 격자 (Long Period Fiber Grating)<sup>(2)</sup>와 음향광학 효과를 이용한 AOTF(Acousto Optical Tunable Filter)<sup>(3)</sup>등이 보고 되었다.

본 논문에선 측면 연마된 광섬유와 평면도파로 사이의 광결합을 이용<sup>(4)</sup>한 EDFA 이득 평면화 필터를 연구하였다. 그림. 1에서와 같이 평면도파로는 두께가 점점 가늘어지는 Tapering 구조를 가진다. 소자의 공진파장이 평면도파로의 두께에 직선적으로 의존한다. 광섬유와 평면도파로의 고유치 방정식으로부터 평면도파로의 m차 모드에 대응하는 공진파장은 다음과 같이 주어진다.

$$\lambda_m = \frac{2\pi d_0(n_o^2 - n_{ef}^2)^{1/2}}{m\pi + \psi_1 + \psi_2}, \quad \psi_i (i=1 \text{ or } 2) = \tan^{-1} \zeta \frac{(n_{ef}^2 - n_i^2)^{1/2}}{(n_o^2 - n_{ef}^2)^{1/2}} \quad \text{----- ( 1 )}$$

여기서  $n_{ef}$ 는 광섬유의 유효굴절률,  $n_o$ 는 평면도파로 코어층의 굴절률,  $n_i$ 는 평면도파로 상하부 굴절률이다. 식 (1)에서 공진파장은 평면도파로의 두께에 비례한다. 따라서 그림 (1)과 같이 평면도파로의 두께가 직선적으로 변하는 평면도파로를 측면 연마된 광섬유와 결합시킨다. 에폭시를 이용하여 두께가 변하는 평면도파로를 굴절률이 1550nm 파장에서 1.444인 쿼츠 기판위에 형성하였다. 평면도파로의 재료로 이용된 에폭시의 굴절률은 1.55 이다. 그림1에서 광섬유 방향에 대하여 평면도파로를 횡방향으로 이동하면 평면도파로의 두께가 변하고 종방향으로 가변하여 결합의 세기를 조절한다. 즉 공진파장과 공진 깊이를 조절할 수 있다. EDFA의 이득특성이 신호의 세기나 펄스폭의 세기에 의존하며 제안된 소자는 다양한 이득패턴에 공진 파장과 공진 깊이를 조절하여 체적의 평탄화 특성을 얻을 수 있는 장점이 있다.

그림2는 이 소자를 EDFA의 이득 평탄화 필터로 활용한 시험 결과이다. EDFA는 1530nm 파장 부근에서 이득이 상대적으로 크기 때문에 제안된 필터의 공진파장을 1530 nm 부근으로 조정하였다. 공진 깊이는 5dB로 설정하였다. 실험 결과 제안된 소자로 1dB 정도의 평탄도를 얻을 수 있었다.

본 논문을 통해 측면 연마된 광섬유와 테이퍼링된 평면도파로를 결합하여 공진파장과 공진깊이를 조절하여 EDFA의 이득평탄화 필터 활용가능성을 확인하였다.

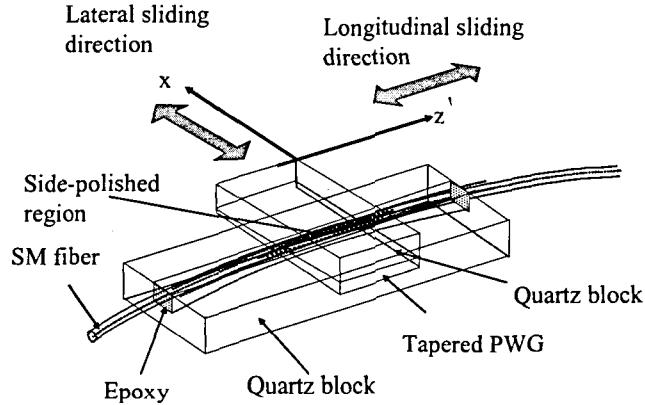


그림 1 제안된 광섬유-평면도파로 결합기

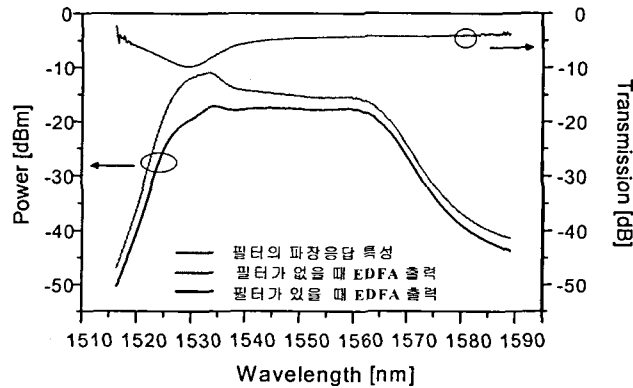


그림 2 제작한 소자의 파장 응답 특성 및 이득 평탄화 특성

참고 문헌

1. Lee CL, Lai Y. IEEE Photonics Technology Letters , vo.14, no.11 , 1557-1559 , 2002
2. Chen HJ, Yang XL, International Journal of Infrared & Millimeter Waves , vo. 20, no. 12 , 2107-2112, 1999
3. H. Y. Kim, S. H. Yun, H. K. Kim, N. Paek, and B. Y. Kim, IEEE Photonics. Tech. Lett., vo. 10, no. 6, pp. 790-792
4. K. T. Kim, S. Hwangbo, J. P. Mah, K. R. Shon, "Widely tunable filter based on coupling between a side-polished fiber and a tapered planar waveguide"IEEE Photonics. Tech. Lett, to be published in January 2005

