

## 안정화된 광섬유 간섭계를 이용한 파장가변 다파장 투과형 광필터

## A tunable multi-wavelength transmission filter using a stabilized fiber-optic interferometer

안준태, 이학규, 전민용, 김정현, 임동성, 김호영, 장도일, 최용규, 김종배

한국전자통신연구원, 원천기술연구본부, 유선통신기반기술연구팀

e-mail:jtahn@idea.etri.re.kr

파장분할 다중 광통신 기술은 급증하는 통신수요를 만족시킬 테라비트급 광통신 기술로서 각광을 받고 있으며, 이의 구현을 위해서 파장 영역에서 빛을 조절할 수 있는 좋은 성능의 광필터, 광 파장 다중기 및 역다중기 등의 소자가 아주 중요하다. 이러한 측면에서 1980년대 말에 발표된 배열된 도파로 격자 (arrayed waveguide grating; AWG)는 만족할만한 성능의 파장분할 다중 소자를 얻을 수 있는 소자로서 각광을 받아왔다. 한편, 파장에 따라 투과특성이 주기적으로 변하는 광섬유 간섭계를 이용하여 파장분할다중 소자로 이용하고자하는 노력이 계속되었다.<sup>(1)-(3)</sup> 온도변화, 진동, 음향 등 주변 환경의 영향에 매우 민감하게 반응하는 광섬유 간섭계의 특성상 실용적인 광필터로 이용되기 위해서는 반드시 안정화되어야 하고 또한 투과파장을 조절할 수 있어야 한다. 본 논문은 능동위상 추적 방법을 이용하여 안정화시킨 간섭계에서 안정화 광원으로 사용한 1.3  $\mu\text{m}$  레이저 다이오드의 파장을 바꾸어줌으로써 투과파장을 조절할 수 있게한 광섬유 간섭계 필터에 대한 것이다.

그림 1은 파장가변특성을 갖는 안정화된 광섬유 간섭계 광필터의 실험장치도이다. 1.5  $\mu\text{m}$  대역에서 50%의 결합비를 갖는 두개의 광섬유 커플러, 광섬유 위상 변조기 (fiber stretcher) 그리고 편광조절기를 사용하여 마하 쥘러 간섭계를 구성하였다. 능동위상추적 방법은 주위의 영향으로 간섭계의 위상이 변할 때 반대부호를 갖는 동일한 크기의 위상변화를 간섭계에 보상함으로써 두 광통로간의 위상차를 일정하게 유지시키는 안정화 방법이다.<sup>(4)</sup> 간섭계의 안정화를 위해 1.3  $\mu\text{m}$  파장 가변 레이저 다이오드 (TLD)를 안정화 광원으로 사용하였다. 간섭계 출력단에 1.3/1.5  $\mu\text{m}$  파장분할다중 광결합기(WDM)를 사용하여 섞여 나오는 1.5  $\mu\text{m}$  여과 광신호와 1.3  $\mu\text{m}$  안정화 광원을 서로 분리하였다. 안정화 장치는 두개의 광검출기, 차등증폭기, 적분기 등의 전자소자로 구성되어있다. 능동위상추적 방법으로 안정화된 광섬유 간섭계에서 나오는 광출력은 아래와 같다.

$$I(\lambda) = \frac{I_0(\lambda)}{2} \left[ 1 \pm \cos \left\{ \frac{n(\lambda)\lambda_s(2m + \frac{1}{2})\pi}{n(\lambda_s)\lambda} \right\} \right]$$

여기서  $\lambda$ 와  $\lambda_s$ 는 각각 여과 광신호와 안정화 광원의 파장,  $I_0(\lambda)$ 는 1.5  $\mu\text{m}$  대역의 입력 스펙트럼,  $n(\lambda)$ 와  $n(\lambda_s)$ 는 각각 1.5  $\mu\text{m}$ 와 1.3  $\mu\text{m}$ 에서 광섬유 코어의 굴절율,  $(2m + \frac{1}{2})\pi$ 는 안정화 회로에 의해 고정되는 간섭계 두 광통로간의 위상차로  $m$ 은 간섭계 광경로차에 비례하는 정수이다. 위 식에서 보듯 안정화 광원의 파장이 간섭계 광출력의 위상향에 영향을 준다. 따라서 능동위상추적 방법으로 안정화된 간섭계 광필터에서 안정화 광원의 파장을 바꾸어줌으로써 광필터의 투과파장을 변화시킬 수 있다.

그림 2는 어븀첨가 광섬유 증폭기(EDFA)에서 나오는 증폭된 자발 방출(ASE) 신호를 입력단에 입사시킨 뒤 안정화 광원으로 사용된 파장가변 레이저 다이오드의 파장을 1312.10, 1312.44, 1312.78 nm로 각각 바꾸었을 경우 나오는 간섭계 필터의 출력 스펙트럼이다. 광필터의 투과파장간격은 2.5 nm이고 extinction ratio는 15 dB이다. 안정화 광원의 파장이 증가함에 따라 투과 파장이 장파장 쪽으로 이동하

는 것을 볼 수 있다. 그 이유는 안정화 광원의 파장이 증가할수록 간섭계 필터 출력을 나타낸 식에서 위상항의 위상값이 증가하기 때문이다. 안정화 광원의 파장을 얼마나 정교하게 변화시킬 수 있는가에 따라서 투과파장을 얼마나 정교하게 바꾸어줄 수 있는가가 결정된다. 그림 3은 안정화 광원의 파장을 1312 nm에서 1316 nm까지 변화시키면서 그림 2의 맨 위에 있는 출력 스펙트럼에서 1542 nm에 있는 제거 파장의 변화를 관측한 것이다. 편의상 투과 파장 대신 제거 파장을 관측했는데 안정화 광원의 변화에 대해 선형적으로 변함을 알 수 있다. 또한 그림 2에서 투과 파장 간격이 약 2.5 nm이므로 그림 3 으로부터 간섭계 광필터의 투과파장을 원하는 파장으로 정하기 위해서는 안정화 광원의 파장을 약 2 nm 정도 바꾸면 가능함을 알 수 있다. 이상에서 기술한 투과파장조절이 가능하면서 안정화된 광섬유 간섭계 광필터는 고밀도 파장분할다중 광통신을 위한 다중기/역다중기, 다파장 광원 생성용 채널분리기, EDFA의 이득평탄화 등에 이용될 수 있다.

참고문헌

1. K. Inoue, H. Toba, and K. Nosu, Electron. Lett. Vol. 21, No. 9, 387-389 (1985)
2. K. Okamoto, T. Morioka, I. Yokohama, and J. Noda, Electron. Lett. Vol. 22, No. 4, 181-182 (1986)
3. K. Morioka, K. Mori, and M. Saruwatari, Electron. Lett. Vol. 29, No. 10, 862-864 (1993)
4. D. A. Jackson, R. Priest, A. Dandridge, and A. B. Tveten, Appl. Opt., Vol.19, No.17, 2926-2929 (1980)

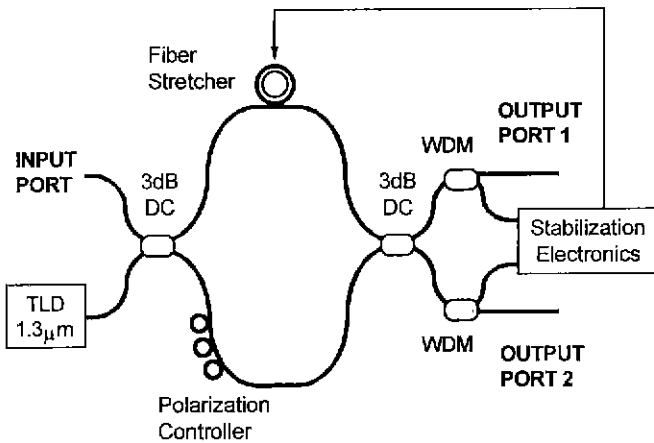


그림1. 실험 장치

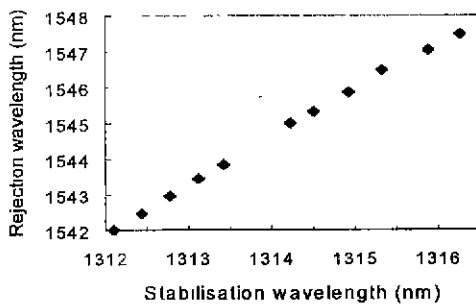


그림3. 안정화 광원의 파장에 따른 광필터에 의해 제거되는 파장의 변화

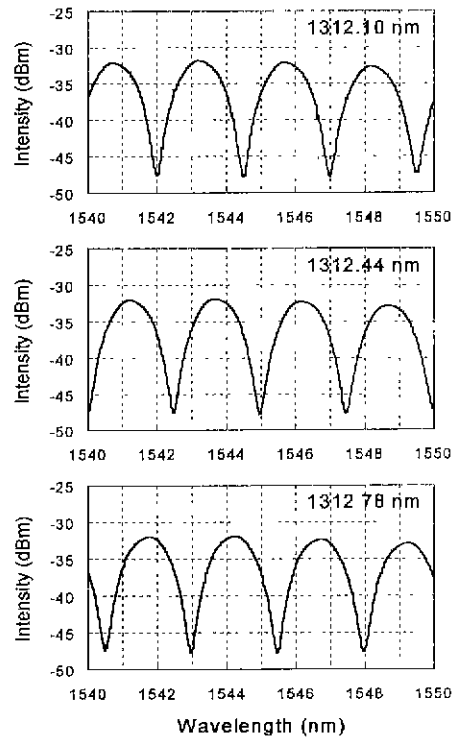


그림2. 파장가변 간섭계 필터의 출력

