

광굴절 LiNbO₃ 결정에서 홀로그래픽 반사형 격자를 이용한 파장 역다중화

Wavelength demultiplexing with holographic reflection gratings in photorefractive lithium niobate crystal

남기원, 안준원, 김 남, 이권연*, 이현재**, 서완석**

충북대학교 공과대학 전기전자공학부,

*순천대학교 공과대학 전자공학과, **한국전자통신연구원 광다중화팀

jwahn@osp.chungbuk.ac.kr

코히어런트한 두 기록빔의 간섭에 의해 광굴절 Fe-LiNbO₃ 결정 내에 형성된 반사형 부피 격자는 협대역성^[1], 고효율, 높은 신호대 잡음비, 역다중성, 재구성성, 다채널화 등과 같은 특성을 갖는다. 본 논문에서는 광굴절 부피격자의 이러한 특성을 이용하여 WDM 광통신 시스템에 응용 가능한 역다중화 기법을 제안하고, 광학적으로 구현하였다.

그림 1은 광굴절 DMUX 구현을 위한 실험 구성도이다.

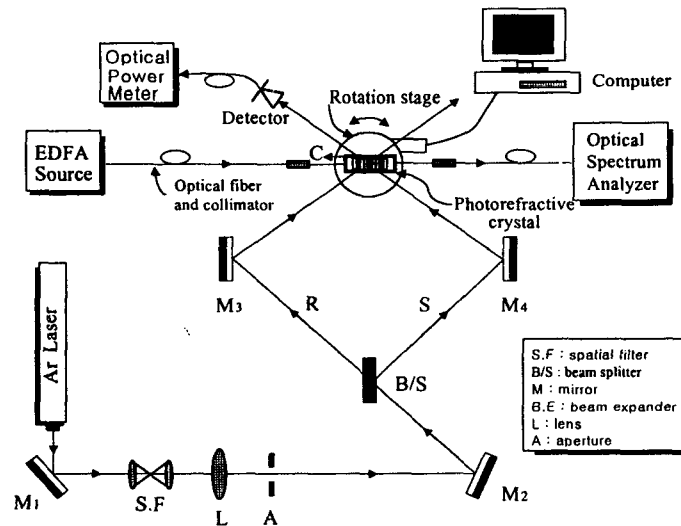


그림 1. 실험 구성도

Figure 1. Schematic diagram of the experimental setup

광굴절 부피격자를 기록하기 위한 기록광원으로는 514.5nm 파장의 아르곤 레이저를 사용하였고, 기록

빔은 공간 필터(S.F: spatial filter)와 렌즈를 통해 $7 \times 2\text{mm}$ 의 폭을 갖고 결정에 입사되도록 조정하였다. 그리고 빔 분할기(B/S: beam splitter) 및 반사경(Mirror)에 의해 신호빔(S)과 기준빔(R)으로 나뉘어진 두 빔의 세기는 각각 신호빔이 $29.82\text{mW}/\text{cm}^2$, 기준빔이 $30.15\text{mW}/\text{cm}^2$ 로 조정하였고, 결정면에서 두 빔의 입사반각은 각각 47° 이다. 채널을 다중 기록하기 위해 0.001° 간격으로 제어 가능한 Newport사의 495CC 회전 스테이지(rotation stage)를 사용하였다.

일반적으로 광굴절 결정은 한 위치에 다수의 홀로그램 부피격자를 기록할 경우 결정의 동적 특성으로 인해 초기에 기록된 홀로그램이 다른 홀로그램을 기록하는 동안 지수함수적으로 지워지게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제의 해결을 위해 각 홀로그램에 대한 기록시간을 다르게 설정해 모든 홀로그램이 동일한 회절효율을 갖도록 하는 노출 시간 계획 및 thermal fixing 기법을 적용하여 격자의 지움을 방지하였다^[2].

각 채널을 기록한 후, 역다중화 특성을 조사하기 위한 광원으로는 $1520 \sim 1570\text{nm}$ 파장 범위를 갖는 EDFA를 사용하였고, 광섬유 collimator를 이용하여 결정의 C축 방향과 평행하게 입사되도록 시준하였다. 각 채널의 역다중화 특성은 회전 스테이지 및 HP사 700041 모델의 광 주파수 분석기(OSA: optical spectrum analyzer)를 통해 관찰하였다.

본 논문에서 제안한 광굴절 역다중화 기법은 $\approx 0.1\text{nm}$ 의 3dB 통과대역과 0.8nm 의 채널간격을 갖도록 설계 하였다. 본 구조의 경우 결정의 흡수 및 프레넬 반사에 의한 광손실은 $15\text{dB}/\text{cm}$, 각 채널의 회절효율은 6%, crosstalk은 20dB 로 예상된다. 여기서 결정 표면에서의 프레넬 반사에 의한 손실은 결정 표면에 반반사(AR: anti reflection) 코팅 과정을 거칠 경우 현재 0.2% 이하의 반사율을 갖도록 할 수 있다^[3].

본 논문에서 제안한 방식의 경우, 각 채널의 효율값, 삽입손실, 채널간격 등과 같은 조건은 현재 이용되고 있는 WDM 광통신 시스템에 적용하는데 매우 적절하며, 실질적인 적용이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] D. Herve, M. Chauvet, J. E. Viallet, and M. J. Chawki, "First tunable narrowband $1.55\mu\text{m}$ optical drop filter using a dynamic photorefractive grating in iron doped indium phosphide," Elec, Lett., vol. 30, no. 2, pp. 1883-1884, Oct. 1994
- [2] H. Y. S. Li and J. Hong, "Nonuniformity in hologram diffraction efficiency from time constant error in the recording schedule," J. Opt. Soc. Am. B, vol. 13, no. 5, pp. 394-899, May 1996
- [3] V. Leyva, G. A. Rakuljic, and B. O'Conner, "Narrowband bandwidth volume holographic optical filter operating at the Kr transition at 1547.82nm ," Appl. Phys. Lett., vol. 65, no. 9, pp. 1079-1081, Aug. 1994