

CFBG 외부 공진기 구조를 갖는 Fabry-Perot 레이저를 이용한 다파장 변환기 구조

Multi-wavelength Conversion Scheme using Fabry-Perot Laser Diode with CFBG external cavity

조용상, 최우영

연세대학교 전기전자공학과 초고속 정보전송 연구실

yscho@yonsei.ac.kr

파장 변환기는 WDM (wavelength division multiplexing) 시스템에서 wavelength relocation을 가능하게 하여 시스템의 유연성과 효율성을 향상시킨다는 측면에서 매우 중요한 기능을 갖는다. WDM 시스템의 채널의 수가 점차 증가함에 따라 채널의 간격이 100 GHz에 이르고 있으며 향후 더욱 조밀해 질 것이다⁽¹⁾. 이러한 DWDM (Dense WDM) 시스템에서 사용될 수 있는 파장변환기는 100 GHz 단위의 파장변환 기능과 광대역 가변 변위가 필수적이다.

일반적으로 사용되는 파장 변환기의 종류로는 반도체 광증폭기의 비선형성을 이용한 방법과 interferometric 기술 등이 있으나 이 방법들은 다 채널 스위칭이 원칙적으로 불가능하다. 이러한 DWDM 시스템에 응용될 다파장 파장가변기로는 CFBG (Chirped Fiber Bragg Grating)을 외부 공진기로 하는 mode-locked 레이저를 생각해볼 수 있다^(2, 3).

외부 공진기 구조를 갖는 레이저는 공진 주파수와 일치하거나 그의 정수배에 해당되는 RF 변조에 의해 레이저 공진모드가 동기가 되는 mode-lock 현상을 보인다. 이 때, 외부 공진기로 CFBG를 이용하면 레이저의 발진 모드간의 파장차이에 의한 모드간 공진 주기의 차이가 발생한다. 단일모드 특성은 여러 개의 공진 모드들 중 임의의 공진 모드에 일치되는 RF 변조서 얻을 수 있다. 파장 변환은 RF 변조 주파수의 변화에 의해 얻어진다 [3].

본 연구에서는 Fabry-Perot 레이저와 CFBG를 이용하여 파장 가변 mode-lock 레이저를 기본으로 한 전광 다파장 변환기 구조를 제안하고 이를 실험을 통해서 가능성을 확인하였다. 전광 다파장 변환은 파장 가변 광원의 FP 모드에 광 신호를 주입시키면 injection-lock 현상에 의하여 주입된 FP mode의 출력이 커지면서 mode-lock을 억제시키는 XGM(Cross Gain Modulation)과 유사한 현상을 이용한 것이다. 따라서, 다파장 변환기의 출력단의 신호는 입력신호가 반전된 형태의 신호가 변환되어 나타난다.

본 연구에서 제안한 다파장 변환기의 파장 변환특성 확인을 위한 실험 구성을 그림 1과 같이 하였다. FP-LD를 injection-lock 시키기 위한 광원으로 TLD를 사용하였다. 이 때, TLD의 파장이 CFBG의 BW 밖에 위치하도록 1540.76 nm로 설정하였다. 사용된 FP-LD의 longitudinal mode간의 간격은 100 GHz이므로 CFBG의 10 nm BW안에 모두 14개 모드가 포함된다. 파장 변환은 외부에서 인가하는 RF synthesizer의 주파수를 2.49 GHz 대역에서 약 737 KHz씩 변화시켜 이루어졌다. 이에 대한 결과가 그림 2에 나타나 있다. CFBG의 BW안에 포함된 14개의 파장변환이 모두 이루어 졌으며 SMSR(Side Mode Suppression Ratio)이 20 dB 이상 확보됨을 확인하였다.

그림 3(a)는 TLD가 off 상태에 있고 RF 변조에 의해 임의의 모드가 선택된 상태를 보여주는 그림이다. TLD의 광출력이 8 dBm으로 on 상태가 되면 그림 3(b)와 같이 FP-LD의 CFBG의 BW 밖에 있는 모드에 injection-lock 현상에 의한 큰 모드가 발생하고 RF 변조에 의해 선택된 모드는 억제된다. 이 때의 on/off ratio는 23.65 dB이다.

결과적으로 본 연구에서는 저렴한 가격의 FP-LD와 CFBG을 이용하여 100 GHz 간격의 14개 파장 변환 광원을 실험적으로 구현하였다. 또한, 이를 이용한 다파장 변환기 구조를 제안하고 그 가능성을 실험을 통해 확인하였다.

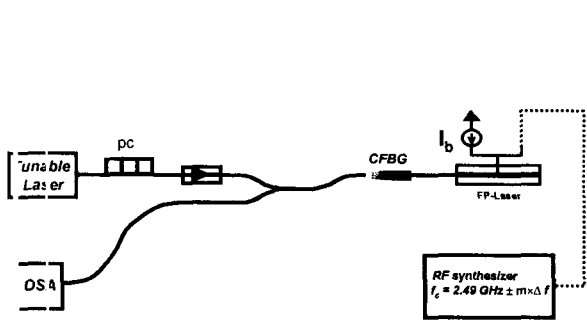


그림 1. 다파장 스위칭과 파장 변환 실험을 위한 실험 구성도

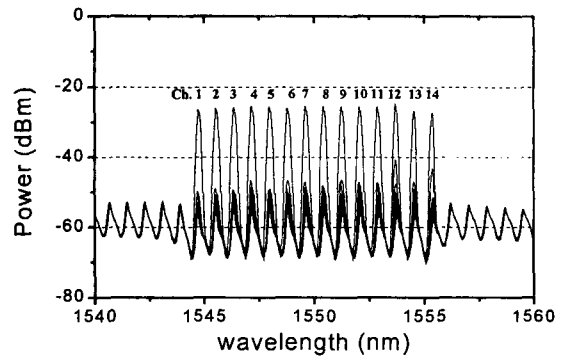


그림 2. RF 변조에 의한 FP-LD의 longitudinal mode 스위칭 실험 결과. RF 주파수는 2.49 GHz 대역에서 737 KHz씩 변화되었다.

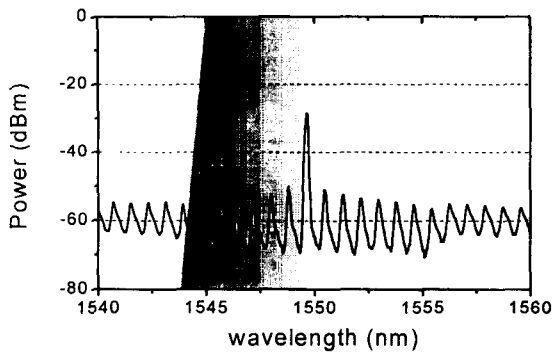


그림 3. TLD의 출력이 off 상태일 때 RF 변조에 의해 선택된 임의의 모드. 그림에서 음영으로 표시한 부분은 CFBG의 BW이다.

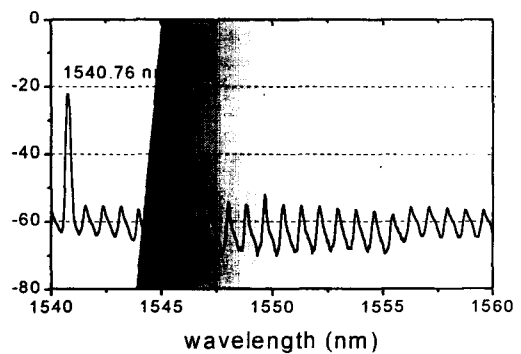


그림 3. TLD의 출력이 on 상태일 때 injection-lock 현상에 의해 선택된 모드가 억제된 결과

참고문헌

1. S. V. Kartalopoulos, Introduction to DWDM Technology.
2. E. A. Morton, et al., IEEE PTL, vol. 7, pp. 111, 1995.
3. E. Ding, et al., IEEE PTL, vol. 9, pp. 901, 1997.