

외부 광신호 주입에 의한 주기적 펄스열을 갖는 간단한 구조의 광섬유 링 레이저

A Simple Fiber Ring Laser Configuration with Period Pulse Train by Externally Injected Optical Signal

유한영, 이성현*, 문한섭**, 서호성

한국표준과학연구원, *경희대학교 전자공학과, **부산대학교 물리학과,

hyryu@kriss.re.kr

광섬유 레이저는 제작이 쉽고, 산업체, 의광학, 분광, 센싱 등과 같이 그 응용범위는 다양하다.^[1,2] 높은 이득특성과 긴 길이를 갖는 공진기 구조상 단일모드동작으로 좁은 선폭과 넓은 가변특성을 가질 수 있고 또한, 수십 펨토의 모드 잠금 된 펄스도 쉽게 만들 수 있는 이점을 가지고 있다.^[3] 특히, 극초단 펄스로 동작하는 광섬유레이저는 현재 광통신영역에서 광주파수 절대측정을 위한 optical frequency comb system의 주요 oscillator^[4]로 사용되고 있다. 이 시스템의 주요 특징 중의 하나는 광주파수의 펄스열이 일정한 주파수 간격을 갖는다는 것이다. 이와같이 일정한 펄스열을 갖기 위해서는 모드잠금 기술이 요구되며 레이저가 높은 반복률을 갖기 위해서는 광섬유 레이저의 길이 조절이 필수적이다. 본 논문에서는 일정한 주파수 주기의 펄스열을 갖는 광섬유레이저 제작에 있어, 용이성을 위해 외부주입 된 광을 seed로 하고 링 공진기에 특정 변조주파수의 특성을 따라가게 함으로써 주기적 광주파수 펄스열을 생성할 수 방법에 대해 논하고자한다.

그림 1은 주기적 주파수 펄스열을 갖는 광섬유 링 레이저의 실험장치도를 나타낸다. 실험장치는 외부주입을 위해 백 kHz 정도의 선폭을 갖는 레이저, 외부신호의 광신호 증폭을 위해 어븀첨가 광섬유(EDF)와 980 nm 펌프 LD로 구성된 광증폭부와 편광조절기(PC) 그리고 AOM으로 이루어진 간단한 구조를 갖는다. 주입된 레이저의 파장은 1550 nm이고 출력은 5 mW로 설정하였다. 주기적인 펄스열을 생성하기 위해 사용된 AOM은 80 MHz의 변조주파수와 최대 65 %의 효율 그리고 70 ns의 rise time을 갖는다.

그림 2는 외부 레이저신호가 주입되고 AOM이 동작할 때 얻은 주파수영역에서 rf 스펙트럼의 사진을 나타낸다. 광섬유 레이저의 광 출력은 8 GHz 대역폭을 갖는 광 검출기로 검출하였고, 이때 rf 출력의 주파수는 약 2 GHz에 걸쳐 정확하게 AOM의 변조주파수 80 MHz에 주기적인 주파수 간격을 갖는다.

그림 3과 4는 광섬유 링 레이저가 주기적 주파수 간격을 가질 때 각각 광 출력 스펙트럼과 시간영역의 스펙트럼을 나타낸다. 광 스펙트럼은 중심파장 1561.5 nm에서 동작하고, 광 스펙트럼의 3 dB 반치폭은 약 1.2 nm 이었다. 시간영역의 출력특성은 그림 4와 같고 광섬유 링 레이저는 ~ ns 펄스폭을 갖고 펄스모드로 동작을 하였다. 현재 광섬유 레이저가 보다 넓은 주파수 영역에서 동작할 수 있도록 광증폭기 이득조절, AOM의 변조주파수 변경, 이득 매질의 교체 등의 실험을 병행하여 실험을 수행하고 있다. 향후 동작 주파수영역이 확보되고 안정도가 향상된 주입 레이저를 사용한다면 이 레이저는 광주파수 기준으로 사용될 수 있을 것이다.

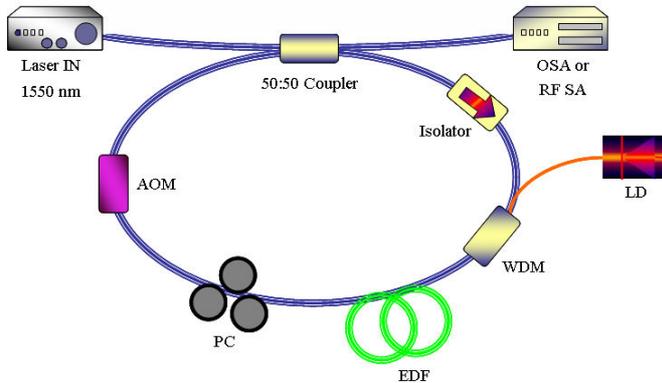


그림 1. 실험 장치도 구성도

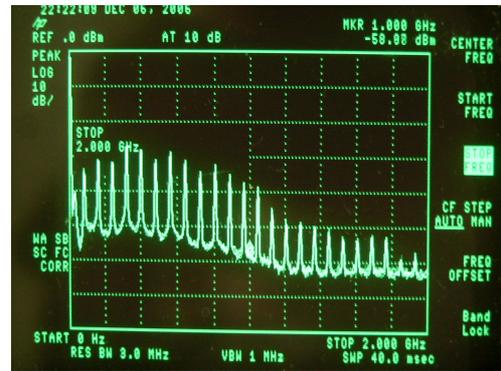


그림 2. 80 MHz 간격의 주기적 신호

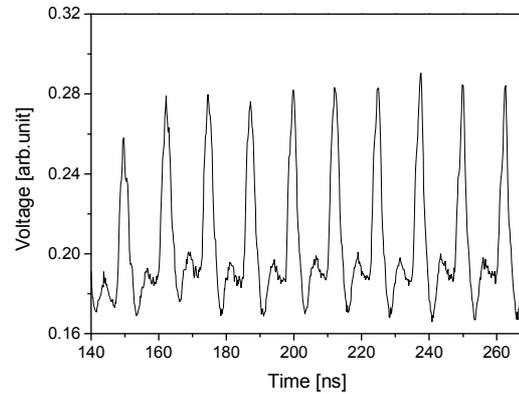
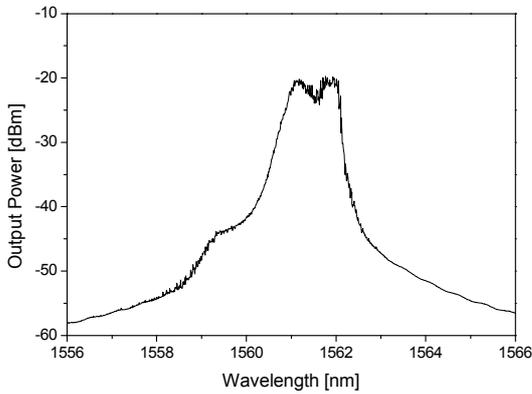


그림 3. 주기적 신호가 발생될 때 출력 스펙트럼

그림 4. 주기적 신호가 발생될 때 시간영역 펄스

참고문헌

1. J.-N. Maran, R. Slavik, S. LaRochelle and M. Karasek, "Chromatic dispersion measurement using a multiwavelength frequency-shifted feedback fiber laser", IEEE Transac. Instrument & Measurement 53, 67-71 (2004).
2. H. Y. Ryu, H. S. Suh, "Infrared fiber ring laser for spectroscopic application of gas molecules", Proceedings of SPIE 6351, 635111V-1-635111V9 (2006).
3. L.E. Nelson, D.J. Jones, K. Tamura, H.A. Haus, E.P. Ippen, "Ultrashort-pulse fiber ring lasers", Appl. Phys. B 65, 277-294 (1997).
4. J. Rauschenberger, T. M. Fortier, D. J. Jones, J. Ye, S.T. Cundiff, "Control of the frequency comb from a mode-locked Erbium-doped fiber laser", Optics Express 10, 1404-1410 (2002).