

편광유지 광섬유를 이용한
초단펄스 광섬유 레이저 제작 및 특성연구
Characteristics of Ultrashort Pulse Fiber Laser
using Polarization Maintaining Fiber

김 봉 규

한국전자통신연구원 교환전송연구소 광통신연구부

bongkim@etri.re.kr

초단펄스를 생성하는 방법에는 이득 스위칭, 광 변조기, 모드록킹 레이저 등이 있다. 이 중에서 모드록킹 광섬유 레이저를 이용한 초단펄스를 발생시키는 방법은 비용이 많이 들고 부피가 큰 단점을 갖고 있지만, 매우 짧은 펄스 폭 생성, 고 출력의 펄스 생성, 그리고, 파장 및 주파수를 조절을 할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 한편, 모드록킹 방법에는 수동형과 능동형이 있다. 수동형 방법은 아주 짧은 펄스 폭을 갖는 펄스를 발생시킬 수 있지만, 출력이 불안정하고 펄스의 발생주기를 조절하기 어려운 반면, 능동형 방법은 상대적으로 펄스폭은 넓지만, 안정된 출력과 펄스 발생주기를 짧게 할 수 있다. 따라서, 고 반복률의 안정된 펄스를 사용하는 초정밀 광 계측기나 광통신에 사용되는 광원으로 능동형 모드록킹 광섬유 레이저가 많이 사용되어지고 있다.

본 연구에서는 공진기의 모든 부분을 편광유지 광섬유를 사용하여 고리형으로 레이저를 구성하여 능동형 모드록킹 방법으로 초단펄스 광원을 제작하였다. 모드록킹이 일어나도록 하는 광소자로 리튬나이오베이트 광세기 변조기를 사용하였으며, 10 GHz RF 신호를 광세기 변조기에 인가하여, 표 1과 같이 8 psec의 펄스 폭과 2.5 mW의 평균출력을 갖는 고 반복률 펄스를 얻을 수 있었다.

출력의 불안정성 원인의 하나인 relaxation oscillation 특성, 펄스의 특성에 영향을 많이 미치는 공진기의 분산특성, 그리고, 출력신호의 RF 스펙트럼을 조사하였다. 그림 1은 펄핑광의 세기 변화에 따른 relaxation oscillation 주파수의 변화를 측정한 결과로써, 펄핑광의 세기에 따라 주파수의 크기가 증가함을 알 수 있었고, 또한, 주파수의 크기는 공진기의 손실 값과 이득매질의 상위준위의 수명과 관계됨을 이용하여 공진기의 손실 값을 측정하였다. 측정된 공진기의 손실 값은 15 dB였다. 또 다른 특성실험으로 파장변화에 따른 공진기 전체의 분산변화를 측정한 결과, 공진기의 분산 값이 파장에 따라 분산 값의 약간의 요동은 있지만 요동의 정도가 측정오차의 범위 안에 있고, 뚜렷한 변화경향을 갖고 있지 않으며, 일반 광섬유의 분산특성과 같이 조금씩 증가하는 것으로 측정되었다. 따라서, 레이저 공진기의 분산특성은 공명분산의 영향이 없음을 알 수 있었다. 출력 펄스의 안정성 정도의 실험으로, 출력펄스의 RF 스펙트럼 특성을 조사한 결과는 그림 2와 같다. (a)와 (b)는 relaxation oscillation과 super mode beating에 의한 스펙트럼을 측정한 결과로써 출력되는 펄스는 상당히 안정되어 있음을 보여주었다.

본 연구에서는 편광유지 광섬유를 사용하여 고리형으로 모드록킹 레이저를 제작하여 비교적 안정된 펄스를 생성하였으며, 생성된 펄스의 특성 및 공진기의 특성을 조사하였다.

참고문헌

1. 김봉규, 김명옥, 전영민, 이정찬, 김상국, 최상삼, 한국광학회지 제 9권 4호, pp270-273.(1998)
2. B. K. Kim, J. C. Lee, Y. M. Jhon, M.-W. Kim, S. K. Kim, S. S. Choi, and M. S. Oh, Opt. Lett., vol. 24, pp391-393(1999)
3. I. N. Duling III, "Compact sources of ultrashort pulses"(Cambridge Univ. Press, 1995), Chapter 1.

Parameter	value
EDF length	9 m
Total Cavity Length	24 m
Pumping Source(λ)	980 nm
Bandwidth of Tunable filter	2.4 nm
Pumping Power	95 mW
First-order Locking Frequency	8.925 MHz
Operation Frequency	tunable
Operation Wavelength	1530-1560 nm
Line Width	0.4 nm
Average Optical Power	2.5 mW
Pulse Peak Power	30 mW
Pulse Width	8 psec
Pulse width-Bandwidth Product	0.42

표 1. 초단펄스 레이저 특성.

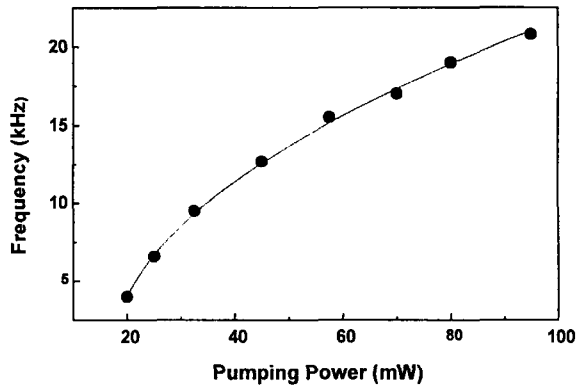
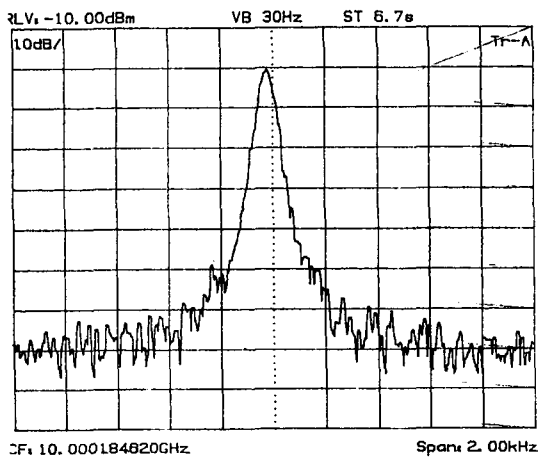
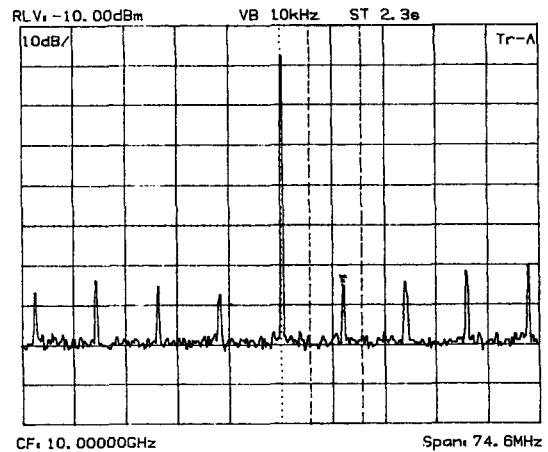


그림 1. 펌핑광의 세기 변화에 따른 Relaxation oscillation frequency 변화특성.



(a) relaxation oscillation 에 의한 스펙트럼.



(b) super mode beating에 의한 스펙트럼.

그림 2. 레이저의 출력 RF 스펙트럼.