

# 레이저 공진기 분산 특성

## Dispersion in laser cavity

김봉규, 전영민, 김명옥, 김동환, 김상국, 최상삼  
 한국과학기술연구원 광기술 연구센터  
 bongkim@kist.re.kr

정밀 계측기기 및 초고속 광통신기술개발을 위하여 안정된 초단펄스 발생장치가 요구된다<sup>(1)</sup>. 초단펄스를 얻기 위한 방법으로 모드록킹 된 레이저가 이용되며, 이때 레이저의 전체 공진기의 분산특성은 펄스 폭, 처핑량(chirping parameter), 안정성 등의 펄스 특성에 매우 많은 영향을 미친다.<sup>(2)</sup> 일반적으로 이득매질의 분산 값은 흡수나 이득 스펙트럼에 의하여 파장뿐만 아니라 펄핑광의 세기에 따라 변하며, 그 변화량의 크기도 매우 크다.<sup>(3)</sup> 본 실험에서는 레이저 공진기 내에서 이득매질을 포함한 공진기 전체의 분산값의 특성을 여러 가지 파장 및 펄핑광 세기에 영향에 대하여 조사하였다.

그림 1은 레이저 공진기의 분산특성을 조사하기 위한 어븀첨가 광섬유 레이저의 구성도이다. 사용된 광섬유는 12 m의 편광유지 광섬유와 10 m의 어븀첨가 편광유지 광섬유이며, 공진기는 모든 부분이 편광유지 광섬유를 사용하여 고리형으로 구성함으로써 레이저출력이 안정되도록 하였다. 모드록커로 사용되는 광변조기에 약 10 GHz의 rf 신호를 인가한 후, 출력되는 펄스열의 모양과 파장스펙트럼의 형태를 관측하여 록킹이 가장 잘 일어나는 주파수를 측정함으로써 공진기의 분산 특성을 조사하였다.<sup>(4,5)</sup>

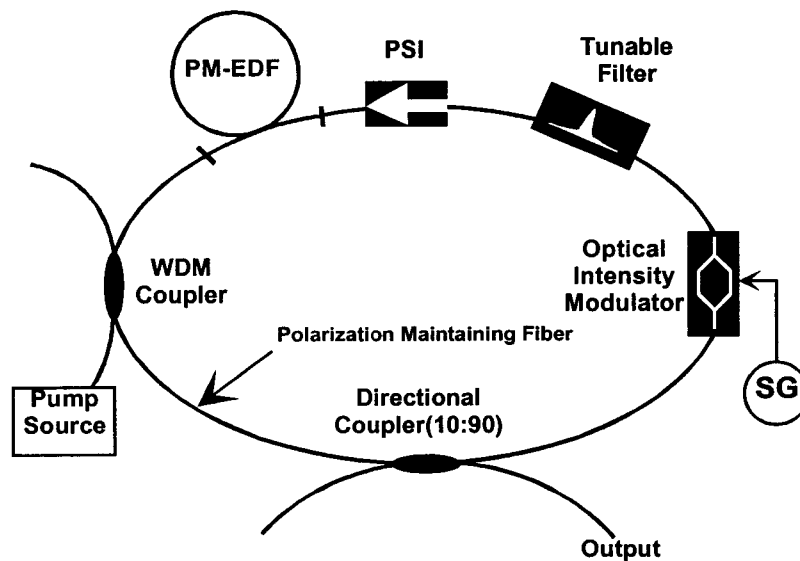


그림 1. 공진기의 분산을 측정하기 위한 광섬유 레이저 장치도; PM-EDF, 편광유지 어븀첨가 광섬유; PSI, 단일편광 광고립기; SG, 신호발생기.

그림 2는 파장변화에 따른 공진기 전체 및 공진기를 구성하는 편광유지 광섬유의 분산변화를 측정 한 결과이다. 공진기 전체의 분산은 파장이 증가함에 따라 요동을 가지며, 조금씩 증가함을 나타내었다. 하

지만, 분산량의 요동은 펄핑광의 세기 변화뿐만 아니라 같은 펄핑광의 세기에서도 뚜렷한 경향을 갖고 있지 않았다. 그리고, 본 연구에서 신호발생기의 분해능인 1 kHz에서 발생하는 측정오차는  $\pm 5$  ps/km/nm로 요동정도보다 크기 때문에 공진기의 분산은 펄핑광의 세기뿐만 아니라 파장에 대한 요동이 거의 없음, 즉, 이득매질에 의한 공명분산이 없음을 확인하였다. 한편, 파장이 증가함에 따른 분산량의 증가량은 편광유지 광섬유의 경우와 거의 같았다. 이 경향은 파장 1500 nm 영역에서의 광섬유의 일반적인 특성과 일치한다. 따라서, 일반적인 레이저 공진기의 분산특성은 이득매질의 이득이나 흡수스펙트럼에 의한 공명분산의 영향을 거의 받지 않으며 주분산(host dispersion) 특성의 영향이 지배적임을 확인하였다.

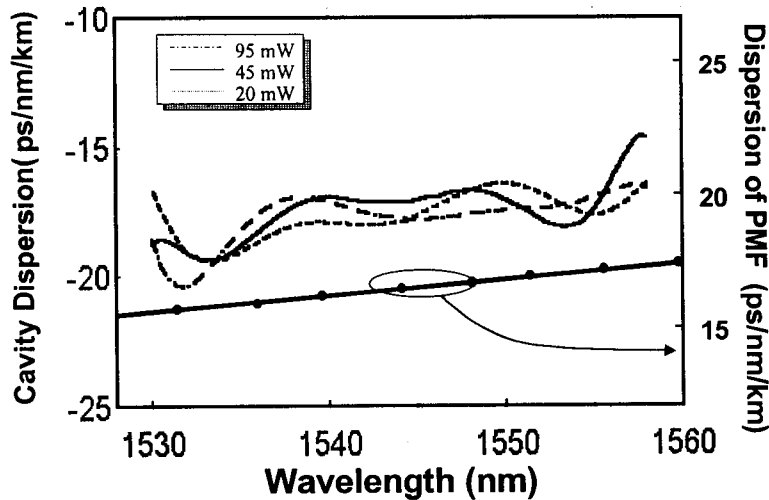


그림 2. 파장변화에 따른 공진기 전체 및 공진기를 구성하는 편광유지 광섬유의 분산특성.

본 연구에서는 광섬유 레이저를 구성하여 레이저 공진기의 분산특성을 조사하였다. 측정된 공진기의 분산은 약  $-17$  ps/nm/km 이며, 파장에 증가에 따라 일정하게 증가하였다. 공진기의 전체 분산값이 공진기를 구성하는 물질의 주 분산값의 영향을 지배적으로 받고, 파장 증가에 따라 일정한 증가하는 특성은 공진기의 분산값이 매우 중요한 극초단 펄스 또는 솔리톤 펄스를 생성하는 연구에 매우 유용하게 사용되어질 것이다.

#### [참고문헌]

1. 김봉규, 김명욱, 전영민, 이정찬, 김상국, 최상삼, 한국광학회지 제9권 4호, pp270 (1998)
2. I. N. Duling III, *Compact sources of ultrashort pulses*(Cambridge University Press, 1995) Chapter 1.
3. K. Takada, T. Kitagawa, K. Hattori, M. Yamada, M. Horiguchi, and R. K. Hickernell, *Electron. Lett.* 28, pp1889 (1992)
4. T. Pfeiffer and G. Veith, in *IEEE MTT-S Topical Meeting on Optical Microwave Interactions*(IEEE, Piscataway, N.J., 1994), pp21.
5. B. K. Kim, J. C. Lee, Y. M. Jhon, M.-W. Kim, S. K. Kim, S. S. Choi, and M. S. Oh, *Opt. Lett.*, 24, pp391 (1999).