

## 파장가변 Cr:forsterite 레이저의 특성

### The Characteristics of tunable Cr:forsterite laser

도의승, 최병하, 염진용, 이영우  
 목원대학교 전자공학과  
 ywlee@mokwon.ac.kr

Cr이 도핑된 forsterite( $\text{Cr:Mg}_2\text{SiO}_4$ ) 레이저는 1130nm ~ 1370nm까지 파장가변한 레이저이다. Cr:forsterite는 Ti:sapphire나 Cr 이온을 도핑한 다른 매질로는 발생하기 어려운 근 적외선의 넓은 파장 대역폭을 가진 주요한 고체 레이저 매질이다. Cr:forsterite 레이저는 1250nm를 중심파장으로 1170nm부터 1350nm정도에서 발진한다. 이와같이 넓은 이득 대역폭을 갖고 있으므로 Cr:forsterite는 극초단 펄스를 생성하는데 유리하다. Cr:forsterite는  $2 \times 10^{19} \text{cm}^{-2}$  정도의 높은 유도 방출 단면적을 갖고 있다. 또한 실온에서 동작이 가능하며 1064nm에서 높은 흡수단면적을 갖고 있으므로 일반적인 Nd계열 레이저로 펌핑이 가능하다. 이러한 특성은 분광학, 생물의학분야와 LIDAR 등에서 적용이 가능하며 최근에는 광통신 응용을 위한 1300nm 파장의 극초단 펄스 생성 연구도 활발하다.<sup>(1)(2)</sup> Cr:forsterite 레이저의 발진 파장대는 1300nm에서 이득을 갖는 광섬유 증폭기등의 광통신 분야에 응용할 수 있다. 광통신에 이용되는 광섬유는 1300nm에서보다 1550nm에서 보다 손실이 적지만 현재 전 세계적으로 설치되어 있는 광섬유들은 1300nm에서 가장 손실이 적은 silica 계열의 재료들이다. 그러므로 극초단 및 고출력의 1300nm 레이저를 발생시켜 광섬유 증폭기인 PDFA(Praseodymium-Doped Fiber Amplifier)를 통과시킴으로 발생하는 여러 가지 특성들을 알아보는 것이 중요하다.

본 논문에서는 Nd:YAG 레이저 여기 Cr:forsterite 레이저 시스템을 구성하여 그 특성을 조사하였다. 또한 Nd:YAG 레이저의 1064nm와 제 2고조파인 532nm의 2가지 펌핑파에 의한 Cr:forsterite 레이저 특성도 조사하였다. 그림 1은 Cr:forsterite의 free-running 스펙트럼이다. 그림 1에서 보여주듯이 Cr:forsterite는 1252nm에 중심파장을 가지고 있으며 3nm의 스펙트럼 폭을 갖는다. 본 스펙트럼의 측정에는 Sensorphysics사의 EPP2000(900nm~1600nm)을 사용하였다. Cr:forsterite 레이저의 장치도는 그림 2와 같다. 펌핑 광원은 flash lamp로 여기되는 Nd:YAG 레이저를 사용하였다. Nd:YAG 매질의 길이는 50mm이고 직경은 4mm이다. Nd:YAG 레이저 출력 빔의 크기는 직경 4mm이며 2.5mrad이고 출력에너지는 14mJ이고 15ns의 펄스 폭을 갖는다. Cr:forsterite 매질에 펌핑광을 집속하기 위해 Focusing 렌즈는 직경 25.4mm이고 초점거리 150mm이며, Input mirror는 초점거리 20mm이고, 곡률반경은 40mm이며, 1064nm 파장에 대해 AR코팅했으며 1300nm 파장에 대해서는 99.9%의 반사율을 갖는다. Output mirror는 초점거리 150mm이며 곡률반경 300mm이며 발진파장에 대해 98%의 반사율을 갖는다. Cr: forsterite는 직경이 3mm 이고, 길이는 5mm의 크기를 갖는다. 매질의 양쪽면은 Brewster 각으로 되어 있다. 제 2 고조파를 발생시키기 위해 삽입되는 KTP는  $3 \times 3 \times 3 \text{mm}$ 의 크기에 y-cut이고 1064nm에 대하여 AR 코팅이 되어있다. 레이저 출력단에는 1300nm의 bandpass filter( $\pm 5 \text{nm}$ )를 사용하여 1300nm이외의 빔들을 차단하였으며, Photodiode(ET3000A, EOT사)와 spectrometer(EPP2000, Sensorphysics사)를 이용하여 레이저 출력파형과 스펙트럼을 측정하였다.

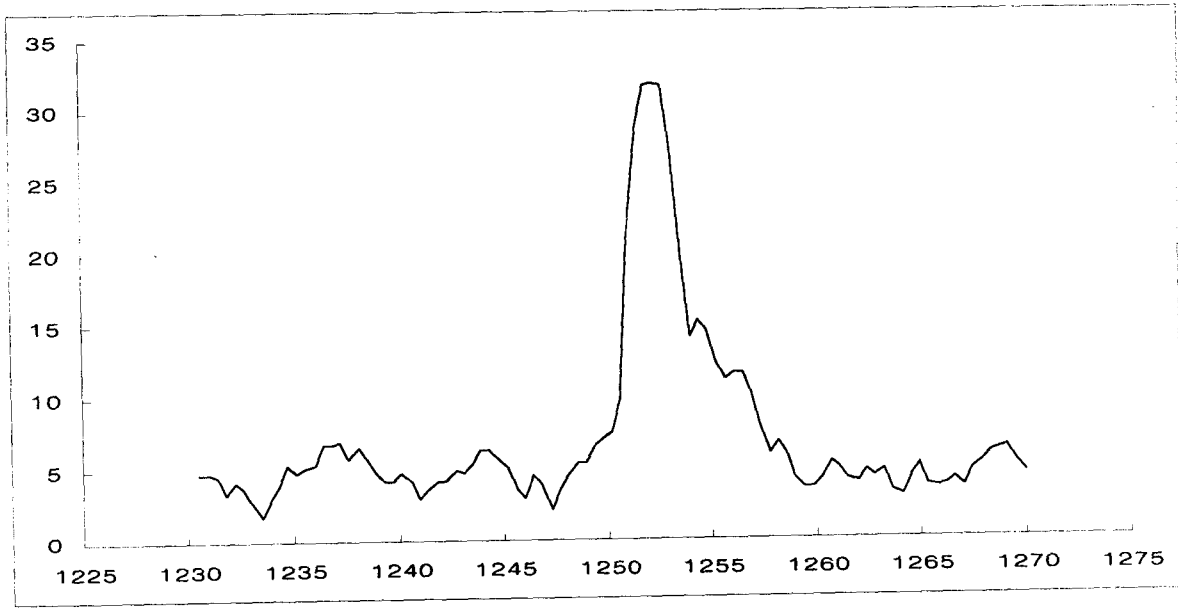


그림 1 Cr:forsterite의 free-running 스펙트럼

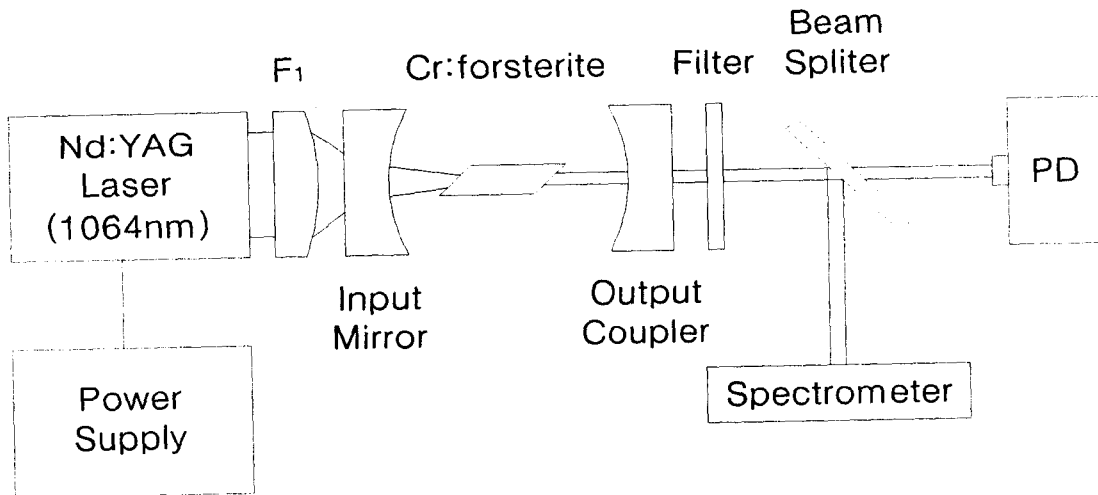
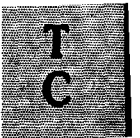


그림 2 Cr:forsterite 레이저 장치도

참고문헌

1. I.B.Chassagne. et al, "Experimental determination of the nonlinear refractive index in an operating Cr:forsterite femtosecond laser", Optics Communications 141, 69-74 (1997).
2. L.J. Qian. et al, "Femtosecond Kerr-lens mode locking with negative nonlinear phase shifts", OPTICS LETTERS Vol.24, No.3, 166-168 (1999)