

# 낮은 문턱 발진값을 갖는 커 렌즈 모드잠금 Ti:Sapphire 레이저 제작

## Low Threshold Operation of a Kerr-lens Mode-locked Ti:Sapphire laser

노영철, 유태준, 최일우, 고도경, 이종민  
 고등광기술연구소  
 ycnoh@kjist.ac.kr

커 렌즈 모드잠금 Ti:Sapphire 레이저는 펨토초의 극초단 펄스폭, 매우 넓은 스펙트럼, 강한 침투 출력, 뛰어난 안정성과 같은 장점을 갖고 있다. 이와 같은 장점으로 인해 Ti:Sapphire 레이저는 물리, 화학, 생물 등의 기초과학분야 뿐만 아니라 미세가공, 의료응용 등 매우 다양한 분야에서 광범위하게 활용되고 있다. 그러나 펨토초 Ti:Sapphire 레이저는 같은 출력의 타 레이저에 비해 상대적으로 높은 비용을 요구한다. 펨토초 Ti:Sapphire 레이저의 비용은 공진기 자체보다 여기 레이저가 차지한다. 높은 반사율을 갖는 출력경을 이용하면 매우 낮은 세기의 여기광으로도 펨토초 Ti:Sapphire 레이저의 제작이 가능하다<sup>(1, 2)</sup>.

낮은 발진 문턱을 갖는 펨토초 Ti:Sapphire 레이저 공진기를 제작하였다. 공진기 구조는 그림 1에 나타낸 것과 같다.

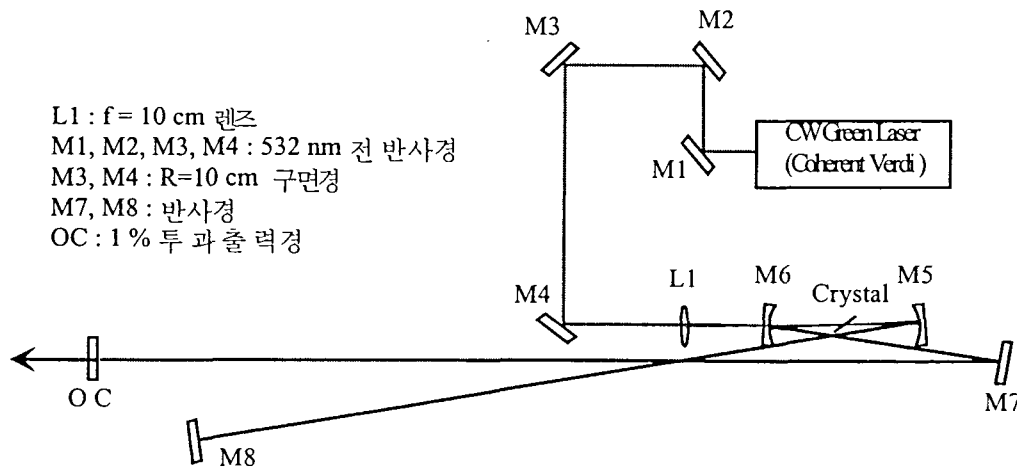


그림 1. 실험 장치

사용된 레이저 크리스탈의 흡수율은  $5 \text{ cm}^{-1}$ , 길이는  $2.3 \text{ mm}$  이다. M5와 M6은 한번 반사할 때 대략  $-70 \text{ fs}^2$  의 군지연 분산값을 갖는 곡률  $R=10 \text{ cm}$ 인 구면 반사경이다. M7과 M8은 대략  $-40 \text{ fs}^2$  의 군지연 분산값을 갖는 평면 반사경이다. 출력경은 1%의 투과율을 갖는다.

여기광의 세기가  $890 \text{ mW}$ 일 때 연속발진으로  $25 \text{ mW}$ 을 출력을 얻었고, 이 때 반사경 M8에 진동을 주어  $18 \text{ mW}$ 의 출력을 갖는 모드잠금 작동이 가능하였다. 이 때의 스펙트럼과 펄스폭 및 펄스의 위상을 그림 2에 나타내었다. 파장선폭은  $32.6 \text{ nm}$  이었고, 펄스폭은  $29.5 \text{ fs}$  였다. 여기광의 세기를  $980 \text{ mW}$ 로 높이면 연속발진 모드가 나타나기 시작하였다.  $1.08 \text{ W}$ 로 높이면 연속발진으로만 작동하고 모드잠금 작동은 불가능하였다. 여기광의 세기를 낮추면  $710 \text{ mW}$  까지 모드잠금 작동이 가능하였다.

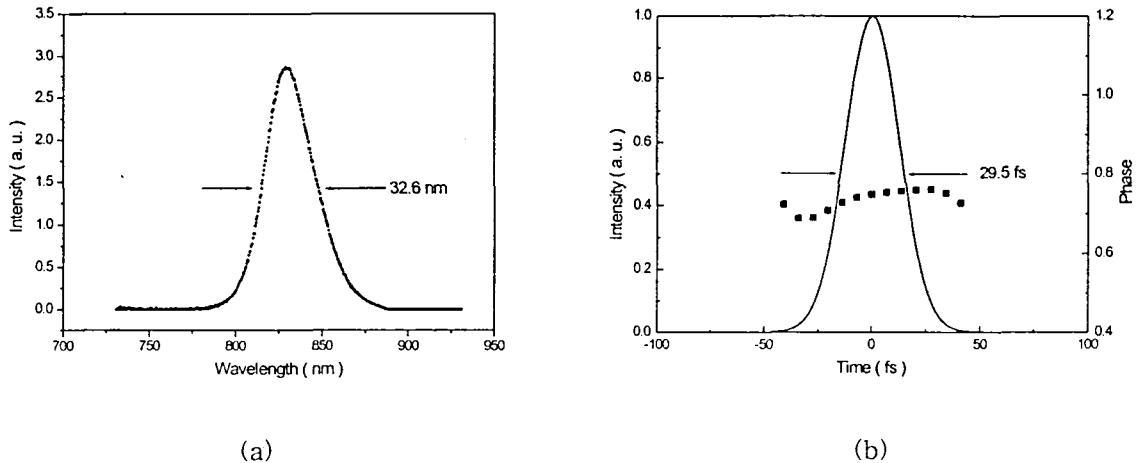


그림 2. 출력 펄스의 선폭(a), 펄스폭 및 위상(b)

더 낮은 세기의 여기광으로 모드 잠금 작동이 가능하게 하기 위해서는 레이저 크리스탈에서 강한 집속이 가능하도록 곡률이 짧은 구면경으로 공진기를 구성하는 것이 필요하다.

참고문헌

1. A. M. Kowalevicz, Jr., T. R. Schibli, F. X. Kärtner, and J. G. Fujimoto, "Ultralow-threshold Kerr-lens mode-locked Ti:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> laser", Opt. Lett. 27, 2037-2039 (2002).
2. Kendall Read, Florian Blonigen, Nicole Riccelli, Margaret Murmane, and Henry Kapteyn, "Low-threshold operation of an ultrashort-pulse mode-locked Ti:sapphire laser", Opt. Lett. 21, 489-491 (1996).

