

## $\lambda/4$ -판을 이용한 연속발진 고출력 Nd:YAG 레이저의 열 렌즈 보상과 TEM<sub>00</sub> 모드 발진

Compensation of thermal lensing effect and oscillation of  
TEM<sub>00</sub> mode by using a Quarter-Wave Plate in a resonator  
of high power cw Nd:YAG laser

신성숙, 장원권, 석성수\*, 박덕규\*, 이성만\*\*, 윤미정\*\*, 김선국\*\*, 김용기\*\*, 차병현\*\*, 김철중\*\*  
한서대학교 물리학과, \*경북대학교 물리학과, \*\*한국원자력연구소  
physs14@hanseo.ac.kr

다이오드 레이저의 개발과 발달에 의해 고출력의 다이오드 펌핑 고체 레이저(DPSSL, Diode-Pumped Solid State Laser)가 개발되었고 다양한 분야에서 그 응용성이 증가하고 있다. 고출력 레이저 발생의 경우에 펌핑에 의한 레이저 매질 내부의 열 발생이 중요하게 대두되고, 이러한 열로 인해 레이저 빔의 왜곡이 생겨나 빔질이 저하된다. 레이저 빔질의 개선은 가우시안(Gaussian) 분포를 따르는 빔에 대해 기술하고 있는 광학 공식들과 직접적인 산업현장에서의 유용성 때문에 매우 중요한 문제가 된다.

일반적으로 레이저 공진기 내부에 개구를 삽입하여 고차모드의 발진을 제어하므로 빔질을 개선할 수 있지만, 고출력 레이저의 경우 개구만으로는 레이저 빔질의 개선에 한계가 있다. 1999년 Clackson<sup>(1)</sup> 등은 공진기 내부에 편광판을 삽입하여 열 렌즈 효과의 불균일성을 보상하였다. 즉, 단일 모듈의 경우는 레이저 매질과 거울 사이에  $\lambda/4$ -판을 사용하여 공진하는 빔의 편광 방향을 90° 회전하여 레이저 매질 내에서의 열 보상 효과를 얻었으며 두 개의 레이저 모듈을 이용하여 고출력을 얻는 방식에서는 두 개의 레이저 모듈 사이에 진행하는 레이저 빔의 편광방향을 90° 회전시킬 수 있는 90° Rotator를 삽입하여 해결하였다.

본 연구에서는 Ray transfer matrix 방법<sup>(2)</sup>을 사용하여 공진기의 안정 조건을 계산하였고, 제작된 130W의 출력을 가지는 연속발진 다이오드 펌핑 Nd:YAG 레이저의 다중모드 발진 특성과 레이저 발진시 열 렌즈 효과에 의한 공진기의 안정 조건과 출력의 왜곡 현상<sup>(3)</sup>을 조사하였다. 실험에 사용된 Nd:YAG 봉의 직경은 3mm였고, 길이는 90mm였다. 고출력 발진시 TEM<sub>00</sub> 모드 발진을 위해 통상적인 개구만을 삽입하였을 때의 출력 특성을 조사하여 왜곡된 열 렌즈 효과에 의한 복굴절 현상을 조사하였고, 발생하는 복굴절을 제거하기 위해 레이저 매질과 거울 사이에  $\lambda/4$ -판을 삽입하였을 때 출력을 조사하여 일주 시 발생하는 열복굴절이 보상되는 것을 실험과 이론으로 설명하였다.

참고문헌

- 1 W.A. Clarkson, N.S. Felgate, and D.C. Hanna, "Simple method for reducing the depolarization loss resulting from thermally induced birefringence in solid-state lasers", *Opt. Lett.*, **24**, 820 (1999).
- 2 S.M. Lee, M.J. Yun, H.S. Kim, B.H. Cha, and S.S. Suk, "Output power and polarization characteristics for a diode-side-pumped Nd:YAG rod laser with a diffusive optical pump cavity", *Appl. Opt.*, **41**, 1082-1088 (2002).
- 3 박종락, 신운섭, 윤태현, "Nd:YAG 레이저 봉의 열 렌즈 효과를 고려한 열복굴절에 의한 레이저 빔 편광 왜곡의 수치 계산", *한국광학회지*, **10**, 237 (1999).

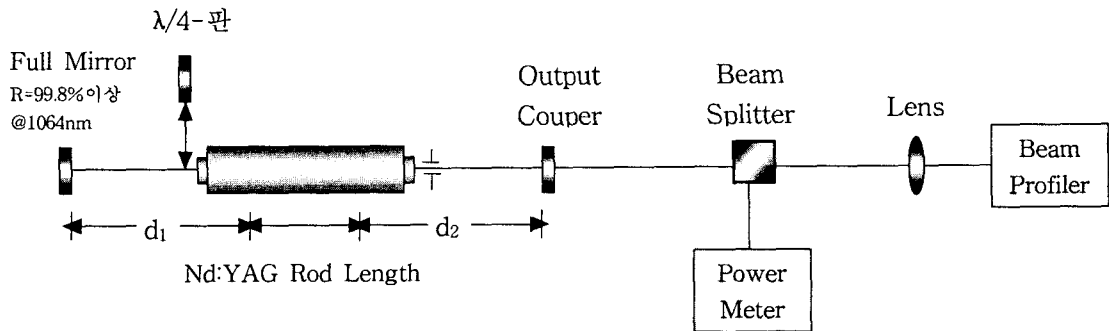
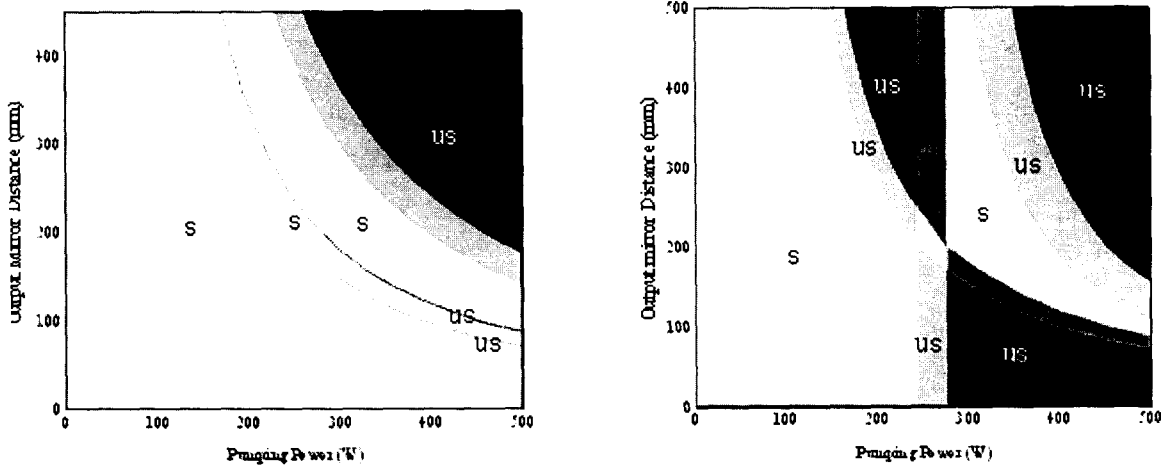


fig 1. 공진기 구조



(a) 대칭공진기 구조

(b) 비대칭 공진기 구조

fig 2. 대칭 공진기 구조와 비대칭공진기 구조에서의 레이저 공진기 안정성  
( s : stable, us: unstable )