

반도체 레이저 측면 여기 Nd:YAG 매질에서의 열영향

Thermal Effect on Laser-Diode Side-Pumped Nd:YAG Laser

양동욱*, 김병태
 청주대학교 광학공학과
 laser@sbsmail.net

여기 파워는 고체 레이저 매질 내부에 열을 발생시킨다. 매질 내부에서 발생한 열은 매질 표면을 따라 냉각이 진행되어 매질 내부에서는 불균일한 온도분포가 발생하게 된다. 레이저 매질의 굴절율은 온도에 따라 변하기 때문에 열복굴절 현상과 열렌즈 현상이 일어나 레이저 출력의 손실, 빔질의 저하를 유발하고 열적 스트레스는 매질의 손상 및 모드 동기된 극초단 펄스가 넓어지는 등의 문제를 초래한다.

선형 편광 광선을 이용하는 고체 레이저에서 열복굴절에 의해 레이저 출력이 약 30 %까지 감소하므로 레이저 공진기를 구성하는데 있어서 정량적인 열영향의 해석이 필요하다. 열복굴절에 의해 발생한 손실량은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$L = 0.25 [1 - \text{sinc}(2C_t \eta P_{input})]$$

여기서, $C_t = \frac{-0.0198 n_0^2 \alpha}{\lambda K}$ 이고, α 는 열 팽창률, K 는 열전도도, n_0 는 매질의 굴절율, λ 는 레이저광의 파장, 그리고 η 는 여기광의 열변환 비율이다.

그림 1은 실험 장치의 개략도로 발진 파장 808 nm, 출력 20 W의 반도체 레이저를 레이저 매질 측면에서 여기 광원으로 사용하였다. 공진기가 구성되지 않은 상태에서 선형 편광된 He-Ne 레이저를 탐침광으로 사용하여 여기 파워와 레이저 매질 온도에 따른 상태 변화를 측정하였다. 그림 2, 3은 여기 파워와 매질 온도에 따라 Nd:YAG 매질에서 발생한 열복굴절에 의한 탐침광의 손실을 측정하는 것이다. 그림 4는 매질의 가로축과 세로축에서 탐침광의 변화비를 나타낸 것으로 여기 파워가 증가함에 따라 변화비가 커짐을 보아 열영향도

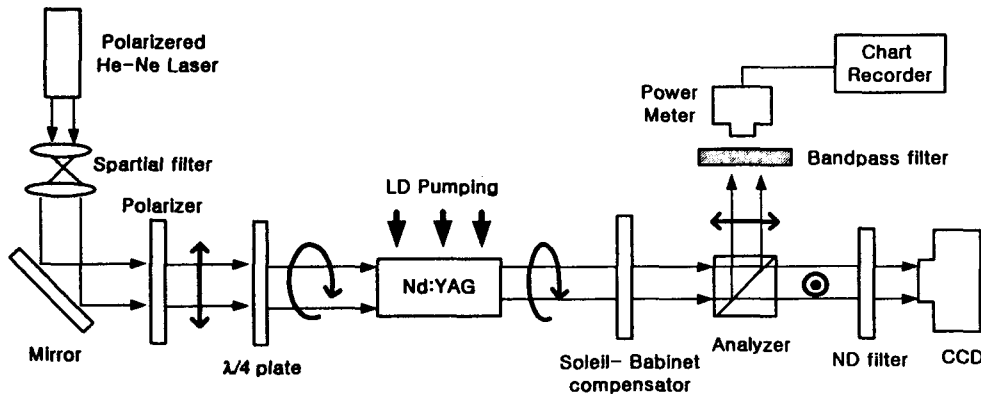


그림 1. 실험 장치 개략도

커졌음을 알 수 있다. 매질의 각 부분별 탐침광 변화비로 열영향에 의한 레이저 매질의 굴절을 변화 상태를 알 수 있었고,

이를 통하여 열영향을 최소화시키기 위해 여기 광을 균일하게 조사시킬 수 있는 집광반사경의 필요성과 매질의 냉각을 고르게 시켜야 함을 알 수 있었다.

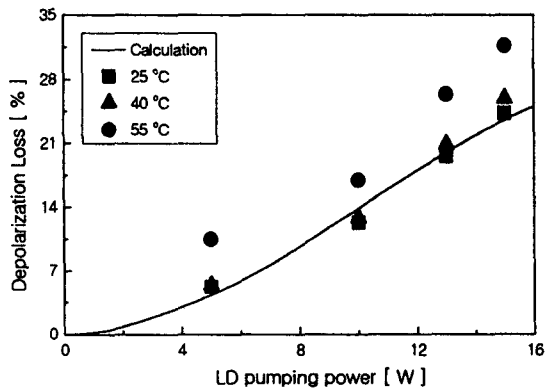


그림 2. 여기 파워에 따른 탐침광의 손실량

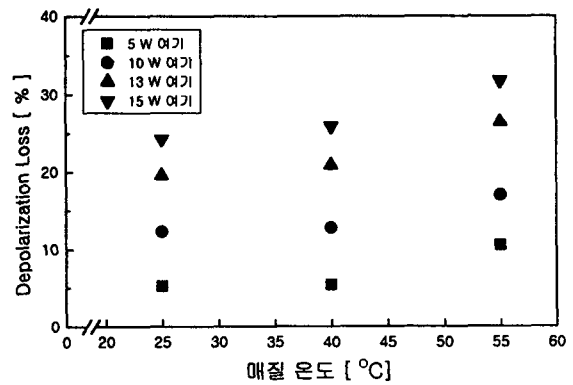
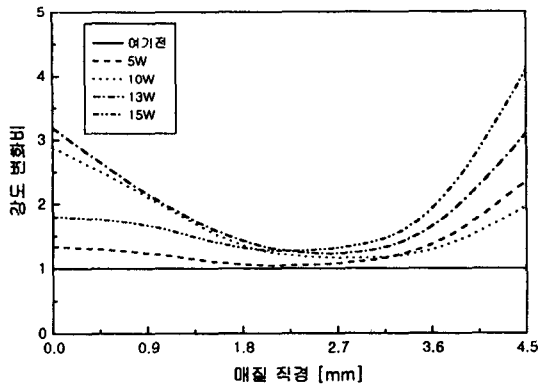
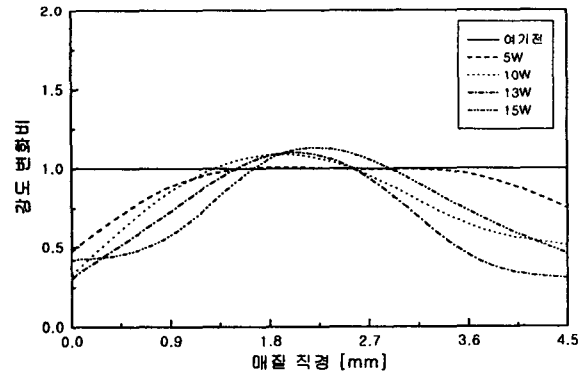


그림 3. 매질 온도에 따른 탐침광의 손실량



(a) 가로축



(b) 세로축

그림 4. 레이저 막대 온도 25 °C에서 여기 파워에 따른 강도 변화비