

고출력 적층 다이오드 어레이로 횡여기되는 네오디뮴 도핑된 RCOB 레이저를 위한 렌즈덕트의 최적화

Optimization of a Lens Duct for side-pumping Nd-doped RCOB Lasers with a Stacked Diode Array

김선국, 이성만, 장원권*, 윤미정, 남성모, 차병현, 이종민
한국원자력연구소, *한서대학교
skkim4@nanum.kaeri.re.kr

본 연구에서는 적층 다이오드 어레이의 고출력을 렌즈덕트⁽¹⁾를 사용하여 슬랩 형태의 네오디뮴 도핑된 RCOB 결정을 횡핍하는 여기구조에 대해서 고출력의 다이오드 레이저 출력을 Nd-COB 결정에 효과적으로 결합하여 레이저 효율을 증대시킬 목적으로 렌즈덕트의 최적화 설계를 하였다.

200 W급의 적층 다이오드 어레이 빔을 집속하고 가이드하기 위한 렌즈덕트의 설계코드와 레이저 시스템의 최적화를 위한 광선추적코드⁽²⁾가 만들어 졌으며, 설계된 렌즈덕트의 수용각도(θ_a), 출구 반폭길이(b), 곡률반경 등의 설계변수를 변화시켜 다이오드 출력 광선(ray)이 렌즈덕트를 통과하여 집속되는 형태를 분석하고, 각각의 경우에 여기빔이 Nd-COB 결정에 결합되는 효율과 레이저 결정내에 흡수된 출력의 균일성에 미치는 영향을 분석하였다.

렌즈덕트의 수용각도는 렌즈덕트에 입사된 여기빔이 렌즈덕트 상하면중 한면에서 1회 전반사된 후 렌즈덕트의 출구를 통과할수 있는 렌즈덕트의 최대 수용각도를 말하고, 렌즈덕트의 측면에서 광축과 렌즈덕트 입구와 출구의 꼭지점들을 대각선으로 연결한 선과 이루는 각이 수용각도를 나타낸다. 광선 추적법에서 사용된 시스템의 매개변수로는 다이오드 어레이 빔의 발산각은 3.56° 이며, 레이저 결정의 흡수계수는 0.178 mm^{-1} , 결정의 크기는 $5 \times 6 \text{ mm}^2$ 이다.

그림 1은 설계된 레이저 시스템에서 적층 다이오드 어레이의 광선이 렌즈덕트에 의해 집속되고 난후 전반사에 의해서 가이드되어 레이저 결정을 통과하는 형태를 보여준다. 렌즈덕트 입구면의 폭은 다이오드 어레이의 방출면의 폭에 해당하는 약 11 mm 이며, 출구의 폭은 레이저 결정에 집속되는 여기빔의 강도를 높이기 위하여 1 mm로 줄였으며, 곡률반경은 10 mm이다. 이 경우 대부분의 여기빔이 렌즈덕트를 통과하여 레이저 결정에 집속됨을 알 수 있다. 실제로 제작된 렌즈덕트에서는 입부의 꼬리부분에 해당하는 발산각을 가진 광선이 렌즈덕트의 가이드를 이탈하여 상하면으로 방출되는 것을 막기위해 HR 코팅되었다.

렌즈덕트의 설계변수의 변화에 대한 여기빔의 레이저 결정내 결합효율과 흡수분포의 균일성을 알아보기 위하여, 결정에 흡수된 출력을 광선추적법으로 계산하였으며, 계산된 레이저 결정내 흡수된 여기빔의 출력 분포를 그림 2에 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력연구 개발사업의 일환으로 수행되었음.

참고문헌

1. Rulian Fu, Guangjun Wang, Zhaoqi Wang, Enxu Ba, Guoguang Mu, and Xin-Hua Hu, Applied Optics, Vol. 37, No. 18, 4000 (1998).
2. R. John Koshel and I. A. Walmsley, Appl. Opt. 32, 1517 (1993)

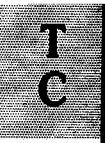
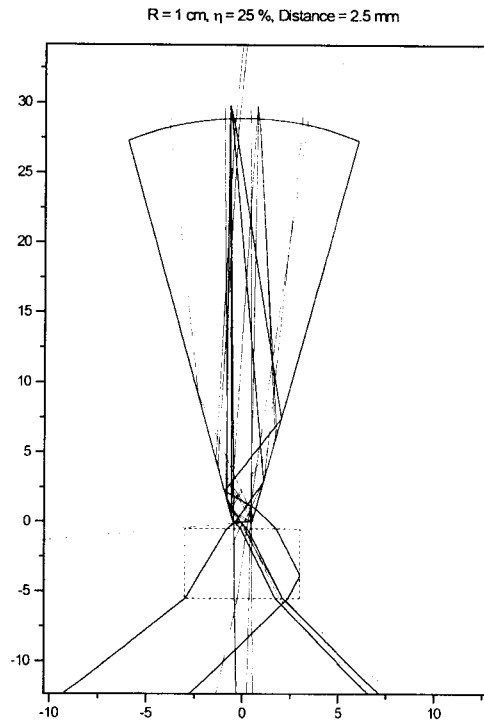


그림 1. 렌즈 덕트 시스템에서, 적층 다이오드 어레이로부터 방출되는 광선의 경로 시뮬레이션 결과.

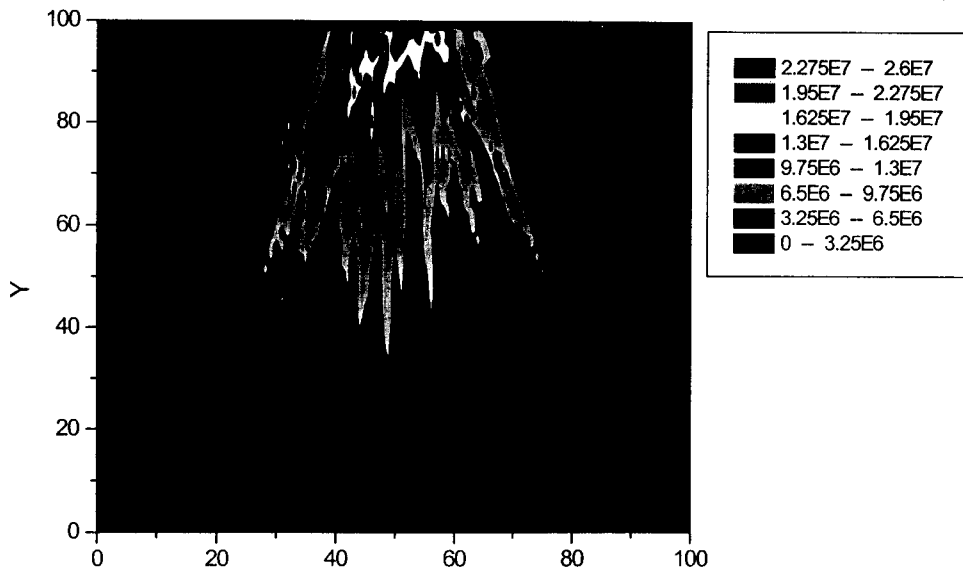


그림 2. 레이저 결정에 흡수된 광에너지 분포.