

## 레이저 다이오드용 집속광학계의 설계

### Design of the Focusing Optical System for a LD

이동희, 채진석\*, 윤기은\*\*

서울보건대학 안경광학과, 한국전광(주)\*, 국방과학연구소\*\*

dhlee@www.shjc.ac.kr

이번 연구에서 사용하는 레이저 다이오드는 emitting area가  $1\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 이고 출력 beam의 세기가  $0.1 \text{ Mw}/\text{cm}^2$  이상이어야 하기 때문에 출력 beam의 spot size가 약  $637 \mu\text{m}^2$ 이하를 가지도록 해야한다. 즉  $28.5 \mu\text{m}$  정도의 직경을 가지는 디스크 형태의 spot 모양이 이상적이라 할 수 있겠다.

일반적으로 레이저 다이오드용 집속광학계는 레이저다이오드의 수직 수평 emitting area가 다르기 때문에 실린더형, 원통형 또는 toroidal형의 렌즈를 조합하여 구성한다. 그러나 우리의 경우는 emitting area의 수직 수평비 즉 집속광학계의 수직 수평의 굴절능(power)의 비가 100:1이어야 하기 때문에 일반적인 실린더형, 원통형 또는 toroidal형의 렌즈의 조합으로 집속광학계를 구성하기에는, 렌즈 power비를 100:1로 하기 위해 필요로 하는 공간이(첫번 렌즈와 마지막 렌즈까지의 거리) 커지는 점, 필요로 하는 렌즈의 매수가 많아지는 점, 집속 beam의 형상 즉 단면의 이심률이 커져서 집속에 비효율적이라는 점 등에서, 부적절하다. 따라서 이러한 문제점을 극복하고자 우리는 일반적인 방법 외에 레이저 다이오드의 광학적 특성을 이용해서 적절한 집속광학계를 설계하고자 한다.

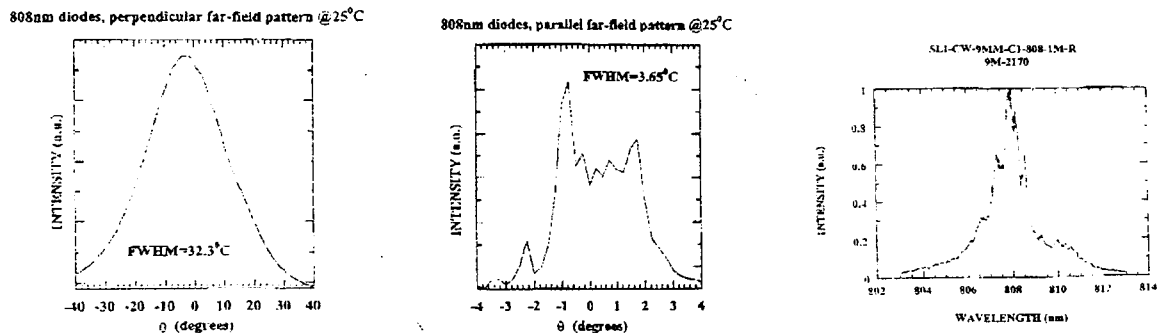


그림 1. The farfield energy and spectral distribution of SLI-CW-9MM.

그림 1에서 보면 emitting area의 Width(∥)가  $100\mu\text{m}$ 이나 발산각( $\theta_{\parallel}$ )은  $3.65^\circ$ 이고 Height(⊥)가  $1.0\mu\text{m}$ 이나 발산각은  $32.3^\circ$ 이다. 이 때 집속광학계의 배율을 축소배율로 하고, 발산각 약  $4^\circ$ 까지는 잔류 수차를 제거하고, 발산각  $32.3^\circ$ 까지는 잔류수차(주로 구면 수차)를 어느 정도 허용하면 원하는 출력beam의 단면을 만들 수가 있게 된다. 필요로 하는 system의 크기에 비해 object( $100\mu\text{m}$ )가 작기 때문에 coma수차의 발생량이 작다. 따라서 주로 구면 수차만 고려하면 된다.

일반적으로 굴절율이 높은 glass의 렌즈일수록 구면 수차량이 작게 나타나며, 3차 구면 수차를 영으로 하기 위해선 glass가 BK7( $n_d = 1.51680$ )인 경우는 4개의 렌즈가 필요하고 굴절율이  $n=2$  정도에서

는 3매, 굴절율이  $n=3$  정도에서는 2매의 렌즈가 필요한 것으로 알려져 있다<sup>[1,2]</sup>. 물론 본 설계에서의 Object-NA가 0.38인 관계로 3차 이상의 구면수차의 control이 필요하다. 따라서 본 설계에서의 구면수차의 지어를 위해선 적어도 5매 이상의 렌즈가 필요할 것이다. 국내에서 수배할 수 있는 glass중에서 비교적 굴절율이 높은 것이 HOYA-FDS90으로 파장  $\lambda=808\text{nm}$  에서 굴절율  $n=1.822938$  이다. 상기 논의를 따라 집속광학계의 glass는 FDS90로 하고 5매의 렌즈로 구성하기로 한다.

그 밖의 설계에 필요한 제약조건을 나열해 보면 아래와 같다.

- 1) 고출력 레이저다이오드가 사용됨으로서 나타날 수 있는 렌즈 coating면의 손상을 최소화하기 위해 레이저다이오드 출력면과 첫번째 렌즈면 사이의 거리가 단위면적당  $0.2\text{W}/\text{mm}^2$ 이하의 입사강도를 유지할 수 있는 거리가 필요하다. 따라서 레이저 다이오드에서 첫번째 렌즈까지의 거리가 약 4.06mm이상이어야 한다.
- 2) 최종 window로 입사된 beam의 spot 형상은 장축 및 단축이 가능한 한 disk모양을 유지해야 한다.
- 3) 집속광학계 전체 광 투과율 조건은 808nm에 대하여 88%이상으로 한다. 즉 렌즈 각 면의 투과율을 99.0%이상으로 한다.
- 4) object에서 image 까지의 거리( track )를 15mm 이내로 제한한다.
- 5) 될 수 있는 한 같은 곡률과 평면 렌즈-surface를 많이 사용하여 가공 cost를 다운시킨다.

이상과 같은 사항을 고려하여 설계된 집속광학계 system configuration이 그림2에 나와 있다.

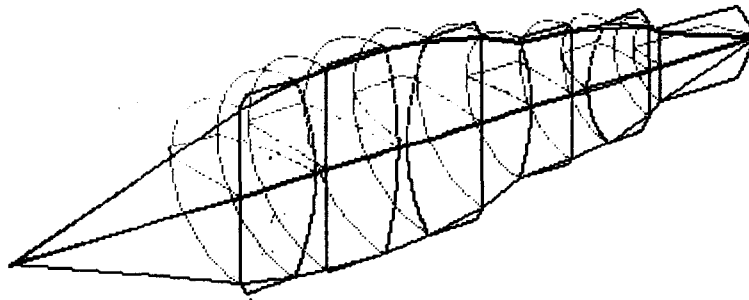


그림 2. Configurations of the ADD focusing optical system with the ray tracings of incidence beams of which divergence angle is  $41.6^\circ$

#### 참고문헌

1. R Kingslake, Lens Design Fundamentals, Academic Press, 1978.
2. R E Fischer and K L Mason, "Spherical Aberration-Further Fascinating Observations", Proc SPIE V1013, p156 - 167, 1988.
3. 이동희, "집속광학계의 설계", 2000년도 동계 학술발표회 논문집, p220-221, 2000.