

근접장 주사현미경을 이용한

레이저 다이오드의 출력광 세기분포 측정

Measurement of Laser Diode Intensity Profile using NSOM

박남기*, 김경엽, 이병호

국가지정 홀로그래피 기술 연구실

서울대학교 전기공학부

byoungho@plaza.snu.ac.kr

Edge emitting 레이저 다이오드의 전형적인 모양은 그림 1 과 같다. 반도체 레이저는 다른 종류의 레이저에 비하여 체적이 매우 작으며 제조 단가가 저렴하고 대량생산이 용이할 뿐 아니라 수 mA 의 전류만 흘리면 레이저가 되는 이점이 있으므로 광통신용 응용 외에도 바코드 리더, 비디오 디스크, 오디오 디스크, 레이저 프린터, 포인터 등에 폭넓게 이용된다. 하지만 다른 레이저들에 비하여 발산각이 큰 편인데 p-n 접합에 나란한 방향과 수직인 방향의 발산각은 각각 λ/w 와 λ/l 로 타원모양을 갖게 된다⁽¹⁾. LD 의 발광 부분은 폭이 작으므로 일정한 높이에서 정확한 세기분포를 측정하기 위하여 그림 2 와 같이 본 연구실에서 제작한 NSOM (Near-field Scanning Optical Microscope) 구조를 이용한다⁽²⁾. 광섬유를 탐침으로 채택하므로 시료의 topographical image 를 관찰할 수 있을 뿐 아니라 field 의 측정도 할 수 있다. Tube etching 방법으로 제작된 탐침을 LD 가까이 근접시킨 후 LD 를 구동시키면 여기서 나오는 빛의 일부가 탐침으로 인도(guide) 된다. 광섬유 탐침의 반대편으로 빠져나온 빛은 PD(Photodiode)에서 전압으로 변환되어 기록이 되는 방식으로 LD 출력광의 공간적 분포를 얻는다. 실험을 위해서 상업용 LD 의 보호막인 알루미늄층을 제거한 후 발광 부분을 튜닝포크에 접근시킨다. 이상과 같이 탐침을 LD 표면 가까이 접근시켜 놓은 실험 셋업 상태에서 탐침과 LD 표면 간격을 증가시켜 가며 측정한 출력광의 공간적 분포의 결과는 그림 3 과 같다. 왼편은 입체적 모양을 오른편은 위에서 내려다 본 투시도를 각각 나타낸다. 탐침과 LD 표면의 간격이 가까운 (a)는 정점이 2 개가 있는 모양이지만 점차 간격이 멀어지면서 정점이 하나인 Gaussian 분포에 가까운 모양을 하고 있음을 알 수 있다. 근접장의 분포에서 정점이 2 개 있는 이유는 측면 모드(lateral mode)가 발생했기 때문으로 보인다. 간격이 멀어지면 빛이 더 많이 퍼지면서 정점의 상대적인 세기도 비례하여 낮아짐을 알 수 있다. 그림 4 는 각 측정 높이에서 가장 빛의 세기가 센 지점의 상대적 세기를 나타내고 있는데 fitting 가우시안 분포와 비교해 보면 전체적인 모양은 서로 닮은 꼴이다. 이상과 같이 NSOM 은 LD 나 광섬유 등의 광방출 소자의 근접장 등의 beam profile 감지에 이용될 수 있다.

References

1. B. E. A. Saleh and M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics* (Wiley Interscience, New York, 1991), Chap. 16.
2. 박남기, 이홍석, 김기현, 이병호, "튜닝포크 구조의 근접장주사현미경을 이용한 고해상도 표면 이미징 취득," 제 6 회 광전자공학 학술회의 논문집, pp. 323-324, 1999 년 5 월.

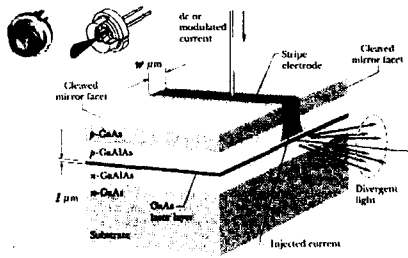


그림 1. 레이저 다이오드의 구조

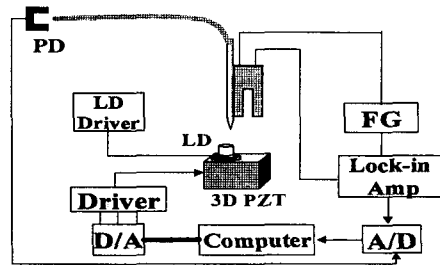
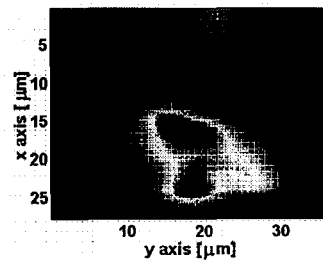
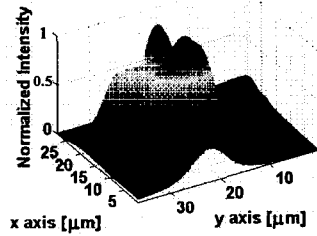
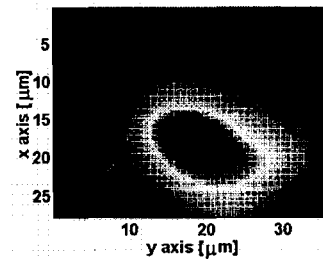
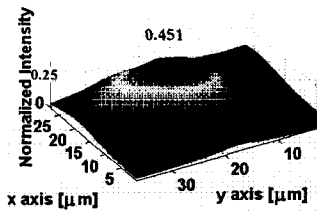


그림 2. LD의 출력 세기 측정을 위한 NSOM 구성도



(a) $H = 5.172 \mu\text{m}$ 에서의 분포



(b) $H = 39.68 \mu\text{m}$ 에서의 분포

그림 3. 측정 높이에 따른 세기 분포

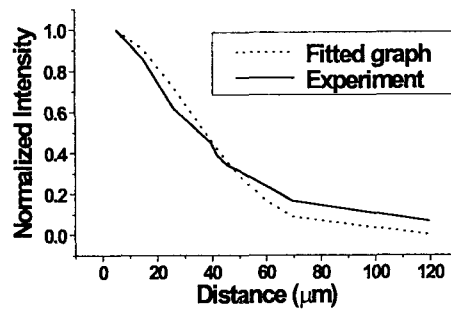


그림 4. 탐침과 LD 표면의 거리에 따른 상대적 세기 곡선