

수직 공진 표면 방출형 레이저 다이오드의 고차원 횡 모드 특성 (High Order Transverse Mode Characteristics of VCSEL)

안정철*, 강화영, 손낙진, 박병훈, 곽규섭, 권오대
포항공과대학교 전자전기공학과 레이저 연구실

표면 방출형 레이저 다이오드(vertical cavity surface emitting laser diode;VCSEL)는 고유한 2 차원적 특성으로 인해 종단 방출형 레이저 다이오드보다 많은 장점을 지녀 장치 OEIC(Opto-electronic Integrated Circuits)등의 중요 광원으로 각광을 받고 있다. 하지만, 출력광의 불규칙한 편광으로 인한 문제점을 안고 있다. 지금까지 이 문제를 해결하기 위한 많은 연구가 행해져 왔으나, 주로 출력 창의 크기가 작은 소자($\leq 20\mu\text{m}$)에 한해서였다.[1,2]

본 연구에서는 MOVPE(metal organic vapor phase epitaxy)에 의해서 성장된 에피로 출력 창의 크기가 비교적 큰 Top Surface-emitting VCSEL 소자를 제작하였다(출력 창의 직경=20,36,50 μm)[그림 1]. 제작된 소자는, 직경 36 μm 경우 상온에서 연속 발진으로 790nm 의 발진 파장과, 2.4mW 의 출력, 19mA 의 문턱 전류 특성을 나타내었고, 대부분의 소자에서 출력 빔은 $\langle 110 \rangle$ 결정 방향으로 매우 편광 되어 있으며 방사 대칭형의 고차원 횡 모드로 동작하였다. $I=30\text{mA}$ 에서 편광 정도는 $(I_{\text{max}}-I_{\text{min}})/(I_{\text{max}}+I_{\text{min}})=74\%$ 였다.(여기서 I_{max} 는 $E \parallel [110]$ 편광 성분을, I_{min} 은 $E \perp [110]$ 편광 성분을 나타낸다.)

그림 2는 주입 전류의 변화에 따른 출력 빔의 Near Field Pattern 을 나타낸다($1.0 \cdot I_{\text{th}} \leq I \leq 2.0 \cdot I_{\text{th}}$). 문턱 전류를 넘어서면서 원형 출력 창의 가장자리를 따라서 lasing spot 들이 나타남을 관찰할 수 있다(그림 2a). 전류를 증가시키에 따라서 더 많은 spot 들이 나타나고, $I=2.0 \cdot I_{\text{th}}$ 에서 출력창 전체 가장자리에 걸쳐 방사형으로 완전 대칭 형태의 16 개의 spot 들이 나타남을 볼 수 있다(그림 2g). 그림 2 (h)와 2 (i)는 각각 polarizer를 사용하여 $\langle 110 \rangle$ 결정 방향에 평행한 편광 성분과 수직인 편광 성분을 보여준다. 본 연구는 OERC 재단의 지원에 의해 행해졌다.

[참고문헌]

[1]. M. Shimizu, T. Mukaiyara, F. Koyama, and K. Iga, *Electron. Lett.*, 1991, 27, pp. 1067-1069
 [2]. K. D. Choquette, and R. E. Leibenguth, *IEEE Photonics Technol. Lett.*, 1994, 6, pp. 40-42

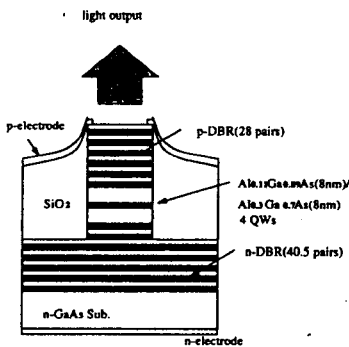


그림 1. VCSEL 소자의 제작도

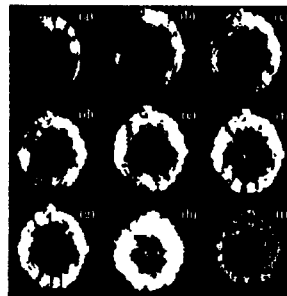


그림 2. 주입 전류 변화에 따른 Near Field Pattern 의 변화

- (a) ~ (g) no polarizer
 (a) $I=22\text{mA}$ (b) $I=24\text{mA}$ (c) $I=26\text{mA}$ (d) $I=30\text{mA}$
 (e) $I=34\text{mA}$ (f) $I=37\text{mA}$ (g) $I=38\text{mA}$
 (h) $E \parallel [110]$ at 37mA, (i) $E \perp [110]$ at 37mA