

고주파 전류 변조에 의한 청색 레이저다이오드의 상대진폭잡음 최적화

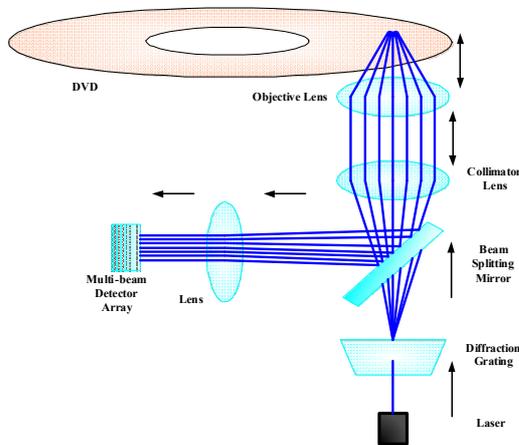
Optimization of the Relative Intensity Noise of Blue LD using High Frequency Current Modulation

박재석*, 조형욱*, 이종창*

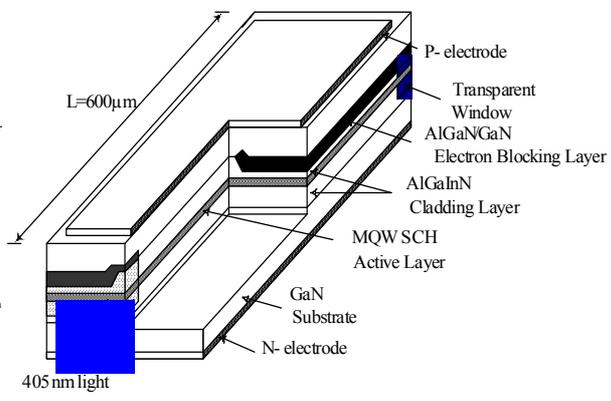
*홍익대학교 전자정보통신공학과

uki79@mail.hongik.ac.kr

넓은 band-gap을 가지는 GaN-based 화합물들은 blue와 UV영역의 LED, LD와 같은 광소자가 상용화되었고, 광통신이나 광정보 저장장치 등 많은 분야에 응용되면서 낮은 잡음 특성을 갖는 광소자에 대한 요구가 점점 증대되고 있다. 일반적으로 반도체 LD에서의 잡음 특성은 RIN(Relative Intensity Noise)으로 설명되어진다. [그림.1]은 광 pick-up 구조도를 보여주고 있다. LD의 출력광이 디스크에 입사되면 디스크 표면의 패터에 의해 변조된 반사광이 LD로 다시 입사될 수 없도록 되어 있으나 반사광이 다시 LD로 입사되어 들어감으로써 레이저 다이오드의 잡음 특성을 악화시키는 것이다. [그림.2] 405nm 청색 LD의 기본구조이다. RIN 특성에 영향을 미치는 주요인 optical gain과 spontaneous emission이 있다.

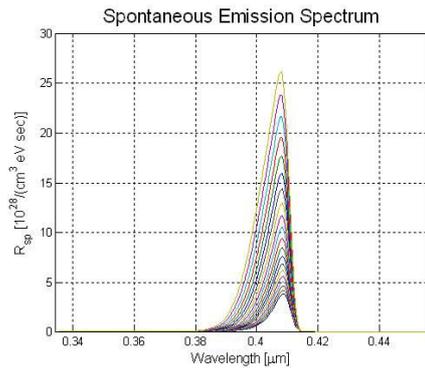
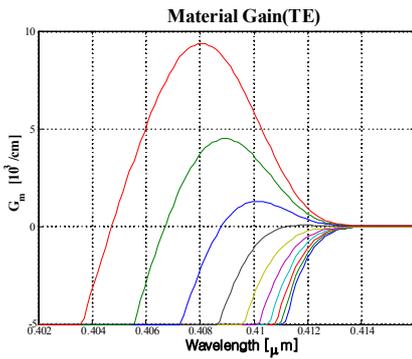


[그림.1] 광 pick-up 구성도



[그림.2] 405nm blue LD 구조

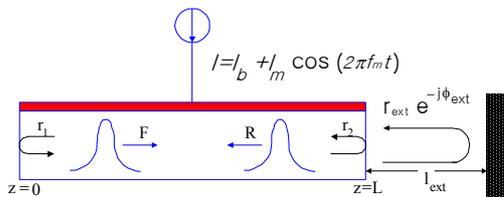
본 연구에서는 k-p method를 기본으로 Wurtzite Structure에서 Strained QW을 해석하기 위한 Hamiltonian-matrix를 유도하였으며, 자기충족법을 사용하여 물질변수들을 정의하였다. Strain effect를 고려한 후 Block-Diagonalization을 해서 구한 Hamiltonian을 계산하여, Strain Effects에 따른 Material Gain과 Spontaneous Emission Spectrum은 [그림.3]과 [그림.4]와 같다.



[그림.3] Optical gain

[그림.4] Spontaneous Emission

반도체 LD의 내부 잡음의 주 요인은 spontaneous emission이다. 이에 대한 모델링[그림.5]은 반도체 LD 내부의 전송자(carrier)와 광자(photon)에 대한 비율 방정식에 Langevin 잡음을 첨가하면 식(1)이 된다.

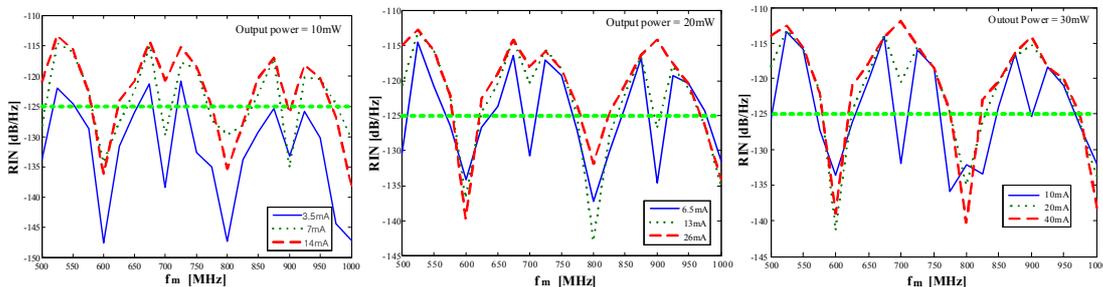


$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} N(t) &= \frac{I(t)}{q} - \frac{N(t)}{\tau_e} - G(t)P(t) + F_N(t) \\ \frac{d}{dt} P(t) &= (G(t) - \gamma)P(t) + R_{sp}(t) + 2\chi P_{fb} + F_P(t) \\ \frac{d}{dt} \phi(t) &= \frac{1}{2} \alpha (G(t) - \gamma) - \frac{n_m}{n_g} (\omega - \Omega) + \chi \phi_{fb} + F_\phi(t) \quad (1) \end{aligned}$$

[그림.5] LD의 외부피드백효과

RIN 특성을 최적화하기 위하여 식(2)와 같이 전류를 주입하였다. \$I_b\$는 바이어스 전류, \$I_m\$은 변조전류, \$f_m\$은 변조주파수이다. 이에 대한 출력에 따른 RIN 특성은 [그림.6]과 같다. 이 그림으로부터 LD 변조 전류의 크기와 주파수를 최적화함으로써 RIN 특성을 20dB 이상 감소 할 수 있음을 보였다.

$$I(t) = I_b + I_m \cos(2\pi f_m t) \quad (2)$$



[그림.6] 10mW, 20mW, 30mW 일 때 RIN 특성

참고문헌

- (1) E. C. Gage, SPIE vol.1316, Optical Data Storage, pp.199-204 (1990)
- (2) Hideki Kondo and Naoki Mori, Proceedings of ODS 2006, Postdeadline paper (2006)