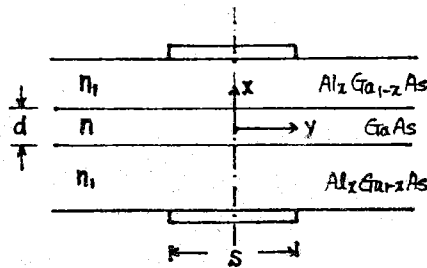


# Analysis of Lateral guiding in stripe Geometry Laser Diodes

박 한규 (PARK HAN KYU), 권 영기 (KWON Young Key)

최근에 Stripe 구조를 가진 L.D.에서 일어나는 Lateral guiding에 대한 물리적 원인과 해석에 필요한 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 정확한 mechanism은 아직 밝혀지 못하고 있다. 본 논문에서는 guiding mechanism에 관계없이 L.D.의 출성층에서 전파되는 mode를 해석할 수 있도록 perturbation theory를 사용하여 새로운 이론을 전개하였고, 중절호 처리에 의한 wave guiding과 gain profile에 의한 wave guiding을 독립적으로 해석하여 기존의 모델에 의한 결과와 비교하였다. 분석에 사용된 L.D.의 구조는 (그림 1)과 같다.



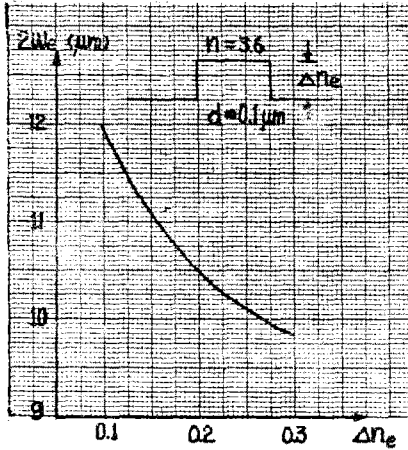
(그림 1) Stripe Geometry L.D.의 cross section

perturbed wave eq.은 (1)식과 같으며 이 식에서  $E_y$ 를 Fourier 함수로 전개하고 perturbation parameter로  $A_2$ 를 사용하면 다음의 결과식을 얻는다.

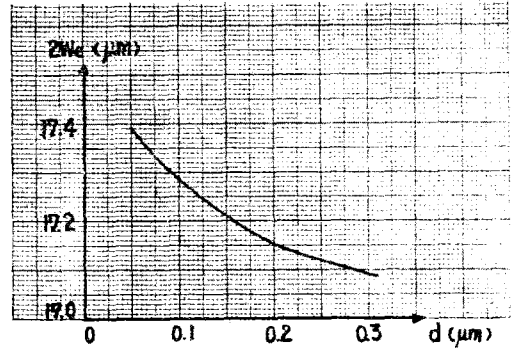
$$\nabla^2 E_y = \mu \epsilon \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} + \mu \frac{\partial^2}{\partial t^2} [P_{pert}(y, t)] \quad \text{--- (1)}$$

$$E_y = \sum \frac{A_2}{2} E_y^{(1)}(x) e^{i(\omega t - \beta_2 z)} + c.c. \quad \text{--- (2)}$$

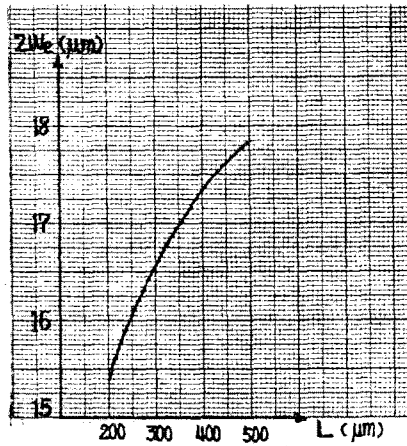
$$\frac{1}{2} e^{i(\omega t - \beta_2 z)} \frac{\partial^2 A_2}{\partial y^2} \frac{2\omega\mu}{\beta_2} - j\beta \frac{\partial A_2}{\partial z} e^{i(\omega t - \beta_2 z)} \frac{2\omega\mu}{\beta_2} = \mu \frac{\partial^2}{\partial t^2} \int_{-\infty}^{\infty} [P_{pert}] E_y^{(0)} dx \quad \text{--- (3)}$$



(그림 4) We의  $\Delta n_e$  의존성 ( $d=0.1\mu\text{m}$ )  
(ref. ind. guiding)



(그림 5) We의 d 의존성 (gain profile guiding)



(그림 6) We의 Laser cavity Length 의존성 (gain profile guiding)

(II) gain profile에 의한 wave guiding

$$\begin{cases} P_{\text{pert}} \cong i 2 \epsilon_0 \eta_{2r} \{-\eta_0 + \eta_1 (y/y_1)^2\} E_y & -\frac{d}{2} < x < \frac{d}{2} \\ P_{\text{pert}} \cong 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

$$F(y) = e^{-\frac{\kappa y^2}{2}} H_m\left(\frac{\kappa^{1/2}}{2} y\right), \quad \kappa = -2j \omega^2 \mu \epsilon_0 \eta_{2r} \eta_1 \frac{P}{y_1^2} \quad (9)$$

$$W_e^2 \cdot \text{gain} = 2/\epsilon_{RE}, \quad \kappa_{RE} = (\omega^2 \mu \epsilon_0 \eta_{2r} \eta_1 / y_1^2 P)^{1/2} \quad (10)$$

We, gain의 특성 영역의 두께와 Laser length 의존성이 (그림 4, 5)에 도시되어 있다. 이상의 결과도 이전의 model들과 비교하여 보면 stripe width가  $10\mu\text{m}$ 인 LD에 대해서 잘 일치하므로 perturbation method에 의한 본 논문의 이론이 타당함을 알 수 있다. 또한 본 이론에서는 단지  $P_{\text{pert}}$  항에 의해 guiding mechanism이 해석에 관여하므로 각 mechanism을 이해하는데 다른 모델보다 유용한 장점이 있다.

(I) 미소한 굴절률 변화에 의한 wave guiding

$$\begin{cases} P_{\text{port}} \cong -\epsilon_0 \Delta n^2 \left(\frac{y}{y_1}\right)^2 E_y & -\frac{d}{2} < x < \frac{d}{2} \\ P_{\text{port}} \cong 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

이것을 (3)식에 대입하여  $A_0$ 에 대한 미분 방정식을 풀면  $y$ 축에 의존하는 함수로서 다음의 결과를 얻는다.

$$F(y) = e^{-\frac{\alpha}{2} y^2} H_m(\sqrt{\alpha} y) \quad (5)$$

$$\lambda^2 = P \omega^2 \mu \epsilon_0 \Delta n^2 y_1^2 \quad (6)$$

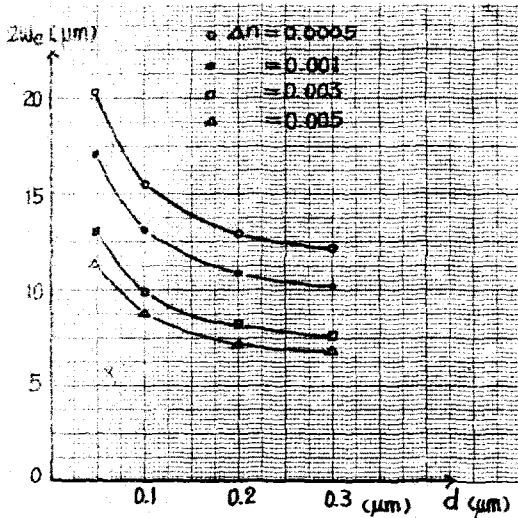
여기서  $H_m$ 은 order  $m$ 의 Hermite 다항식이며  $\alpha^2$ 은 분리할 수이다.

field intensity의  $e^{-2}$  위치점을  $W_e$ 라 하면 기본 모드인 경우

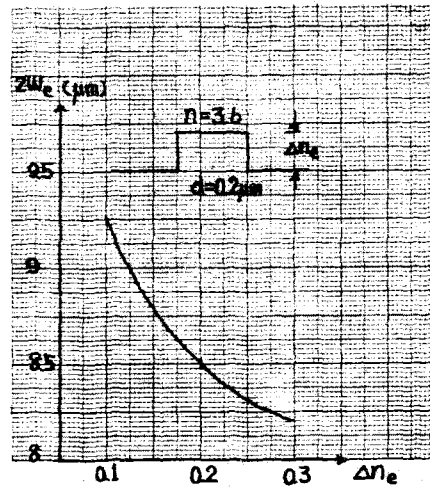
$$W_{e, \text{ref}}^2 = \frac{2}{\alpha} \quad (7)$$

을 얻는다.

$W_{e, \text{ref}}$ 의 활성영역 두께와  $\Delta n_e$ 의 의존성이 (그림 2, 3, 4)에 각각 도시되어 있으며 이 결과는 기존의 모델과 비교하면 정확히 일치함을 알 수 있다.



(그림 2)  $W_e$ 의  $d$  의존성 (ref. index guiding)  
( $\Delta n = 0.0005 \sim 0.005$ )



(그림 3)  $W_e$ 의  $\Delta n_e$  의존성 (ref. ind. guid.)  
(for  $\Delta n_e$  variation,  $d=0.2 \mu\text{m}$ )