

直交偏光戻り光のある面発光半導体レーザの矩形波発振

Square-Waves Oscillations in Vertical- Cavity Surface-Emitting Lasers with Polarization-Rotated Optical Feedback

静大院工 ○近藤 弘基, 大坪 順次

Shizuoka Univ. ○Hiroki Kondo, Junji Ohtsubo

E-mail : tajohts@ipc.shizuoka.ac.jp

1. はじめに

垂直共振器型面発光レーザ (VCSEL) とは, 半導体基板面に対して垂直に発光するレーザのことである. 特徴としては低しきい値, 優れたビーム特性, 高い生産性, 偏光不安定性などがあげられる. VCSELにおいては, 直交偏光戻り光により光パルス列の生成が可能であり, その応用が期待されている.

本研究では直交偏光戻り光の影響下にあるVCSELにおいて矩形波発振となるパラメータ領域について, 数値解析によって調査した.

2. 理論モデルとレート方程式

Fig.1に, 直交偏光戻り光システムのモデルを示す.

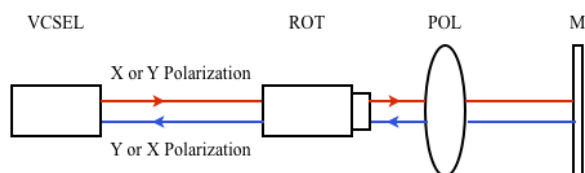


Fig.1 Simulation Model

本モデルでは, レーザ光の偏光を回転させるファラデー回転子(ROT)と, 光をレーザへと戻すミラー(M)を用いて, 直交偏光戻り光を実現している. 今回, X→Y偏光戻り光注入と, Y→X偏光戻り光注入の2パターンについて数値計算を行った.

数値計算に用いたレート方程式を以下に示す.

$$\frac{dE_x}{dt} = \kappa(1 - i\alpha)\{(N - 1)E_x - inE_y\} - (\gamma_a - i\gamma_p)E_x + \eta_y E_y(t - \tau)e^{i\omega_0\tau} \quad (1)$$

$$\frac{dE_y}{dt} = \kappa(1 - i\alpha)\{(N - 1)E_y - inE_x\} + (\gamma_a - i\gamma_p)E_y + \eta_x E_x(t - \tau)e^{i\omega_0\tau} \quad (2)$$

$$\frac{dN}{dt} = -\gamma_e(N - \mu) - \gamma_e N(|E_x|^2 + |E_y|^2) - i\gamma_e n(E_x E_y^* - E_x^* E_y) \quad (3)$$

$$\frac{dn}{dt} = -\gamma_s n - \gamma_e n(|E_x|^2 + |E_y|^2) - i\gamma_e N(E_x E_y^* - E_x^* E_y) \quad (4)$$

(1)式はX偏光の電場, (2)式はY偏光の電場, (3)(4) 式はそれぞれ正と負のスピンのキャリア密度の和と差を表す. また, γ_p, γ_a はVCSEL内の結晶の異方性を表すパラメータで, 複屈折と二色性である. これらのパラメータに注目し, 矩形波発振への影響を調査した.

3. 数値解析結果

VCAELの偏光発振においては, 注入電流 μ と複屈折パラメータ γ_p が重要である. Fig.2は, μ - γ_p 空間におけるソリタリーVCSELの偏光安定性図である.

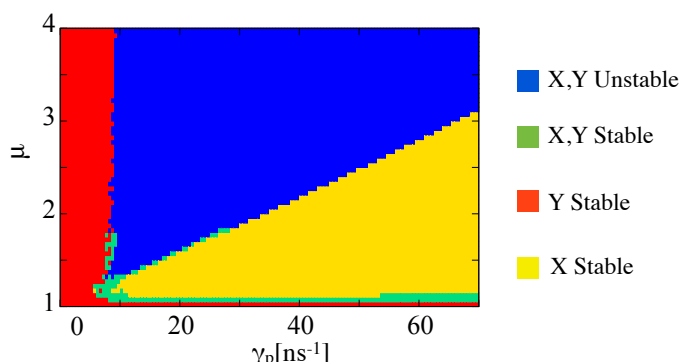


Fig.2 Stability Map

Fig.3に γ_p, μ をパラメータとした時の矩形波発振領域についてのマップを示す.

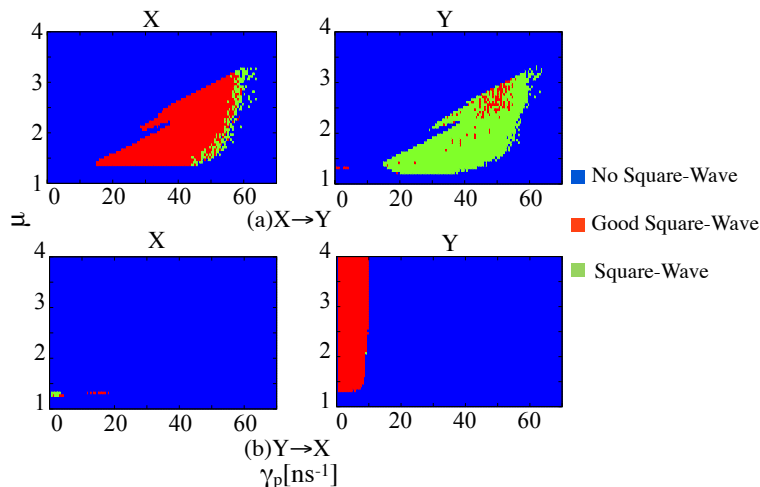


Fig.3 Oscillation Map (γ_p - μ space)

Fig.2,3より, ソリタリー発振においてそれぞれ安定な偏光となる領域において, 戻り光によりその偏光が矩形波発振となることが分かった.

また, 二色性, 複屈折をパラメータとした場合では, 矩形波発振においては, 二色性の影響は少ないことが分かった.

4. まとめ

直交偏光戻り光VCSELにおける矩形波発振について, 数値解析により調査した. 矩形波発振には, ソリタリー発振における発振の安定性が大きく影響することが分かった.