

共振点シフト DFB-LD における端面位相とレーザー特性との関係

Dependence of Laser Characteristics on Facet Phases of Resonance-Shifted DFB-LD

立命館大学大学院 理工学研究科 ○市川 敬一郎、沼居 貴陽

Grad. School of Sci. & Eng., Ritsumeikan Univ., °Kei-ichiro Ichikawa and Takahiro Numai

E-mail: numai@se.ritsumei.ac.jp

1. 研究背景と目的

長距離大容量光ファイバー通信システムでは高い単一モード性を有し、高効率な半導体レーザーが要求されている。最も高い単一モード性を有する半導体レーザーは位相シフト DFB-LD[1]である。しかし、位相シフト DFB-LD では、端面光出力比はほぼ 1 : 1 である。そこで、端面光出力の非対称化による E/O 変換効率の向上と高い単一モード性を両立するために、回折格子のピッチを変調した位相シフト DFB-LD[2]や、DR-LD[3]が提案されてきた。高い単一モード性を維持した状態で端面光出力比の非対称性をさらに向上するために、筆者は共振点シフト DFB-LD[4]を提案し、前回の応用物理学会で報告した。

今回、共振点シフト DFB-LD について回折格子の端面位相とレーザー特性との関係をシミュレーションした。この結果、高い単一モード性と非対称光出力比を両立できる可能性を見出したので報告する。

2. 構造

図 1 に解析モデルを示す。共振点シフト DFB-LD は、共振器軸方向に沿って二つの領域から構成されている。領域 1 と領域 2 における回折格子のピッチが異なることで、単一軸モード動作と非対称光出力が得られる。光出力の非対称性を向上するために、領域 1 と領域 2 の長さを異なる値とした。領域 1 の長さは $L_1 = 732 \mu\text{m}$ 、ピッチは $\Lambda_1 = 0.244 \mu\text{m}$ である。領域 2 の長さは $L_2 = 366.3 \mu\text{m}$ 、 $\Lambda_2 = \Lambda_1 + 0.2 \text{ nm} = 0.2442 \mu\text{m}$ である。つまり $L_1 \approx 2L_2$ であり、全共振器長は $L = L_1 + L_2 = 1098.3 \mu\text{m}$ 、回折格子の深さは 30 nm 、結合係数は 64 cm^{-1} である、両端面のパワー反射率は 2.0% とした。片端面の位相は 45° ずつ、 0° から 315° まで 8 通り、両端面の位相の組合せは $8^2 = 64$ 通りである。シミュレーションには RSoft 社の LaserMOD を用いた。

3. シミュレーション結果

図 2 に注入電流 $I = 10.55 \text{ mA}$ における副モード抑圧比 (SMSR) と回折格子の端面位相との関係を示す。波長分解能 0.1 nm において SMSR を計算し、 $\text{SMSR} \geq 35 \text{ dB}$ を単一軸モード発振とみなした。この条件において、両端面の位相の組合せ 64 通りのうち 57 通り (89%) において単一モード発振した。SMSR の最大値は 72 dB であり、このときの端面位相は $(\theta_1, \theta_4) = (135^\circ, 45^\circ)$, $(270^\circ, 0^\circ)$, $(270^\circ, 45^\circ)$, $(315^\circ, 225^\circ)$ であった。

図 3 は両端面の光出力比 P_1/P_2 と回折格子の端面位相との関係を示している。SMSR $\geq 35 \text{ dB}$ において最小の端面光出力比は $(\theta_1, \theta_4)_{\min} = (0^\circ, 45^\circ)$ における 39、最大の端面光出力比は $(\theta_1, \theta_4)_{\max} = (180^\circ, 270^\circ)$, $(225^\circ, 225^\circ)$ における 111 であり、文献 2, 3 における 2.6[2], 13[3] よりも大きい値となった。

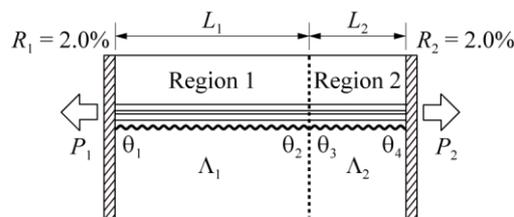


Fig. 1 Analytical model for Resonance-Shifted DFB-LD

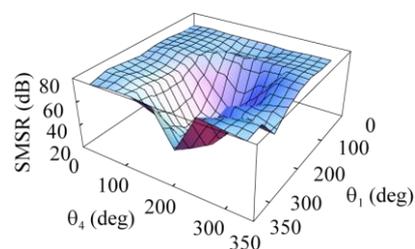


Fig. 2 SMSR vs. the grating phases at both facets

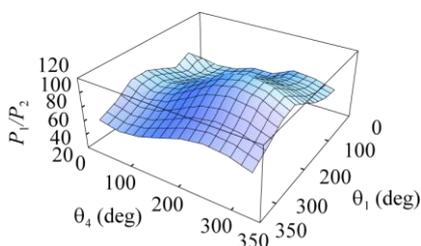


Fig. 3 Output Ratio vs. the grating phases at both facets

4. まとめ

共振点シフト DFB-LD において、両端面のパワー反射率を 2.0% とした回折格子の端面位相とレーザー特性との関係をシミュレーションした。注入電流 $I = 10.55 \text{ mA}$ において、両端面の位相の組合せ 64 通り中 57 通りで $\text{SMSR} \geq 35 \text{ dB}$ 、端面光出力比 ≥ 39 が得られた。この結果から、高い単一モード性と端面光出力比の非対称性を両立できると考えられる。

参考文献

- [1] T. Numai, M. Yamaguchi, I. Mito, and K. Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys., Part 2, vol.26, p.L1910(1987).
- [2] K. Sato, Y. Muroya, and T. Okuda, IEICE Transl. Electron., vol.E83-C, pp.855 (2000).
- [3] J. I. Shim, K. Komori, S. Arai, I. Arima, Y. Suematsu, and R. Somchai, IEEE J. Quantum Electron. vol.27, p.1736 (1991).
- [4] 市川敬一郎, 沼居貴陽, 2015 年第 62 回応用物理学会春季学術講演会 12p-A17-17.