

共振点シフト DFB-LD における非対称な回折格子の結合係数の効果 (前方/後方端面光出力比への影響)

Effects of Asymmetric Grating Coupling Coefficients in a Resonance-Shifted DFB-LD

立命館大学大学院 理工学研究科 ○(M2) 中辻 博登, 沼居 貴陽

Grad.School of Sci. & Eng., Ritsumeikan Univ., Hiroto Nakatsuji 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の光源として用いられる半導体レーザーには、安定した単一軸モード動作が要求される。安定した単一軸モード動作を示す位相シフト DFB-LD[1,2]は日本縦貫光ファイバー通信システムや日米間光ファイバー通信システム(TPC-4)に搭載されている[3]。

レーザー光は、位相シフト DFB-LD の前方/後方両端面から光出力比約 1:1 で出射される。これまで、前方/後方端面の非対称光出力と安定した単一軸モード動作を両立するために、位相シフトの位置を移動した位相シフト DFB-LD[4]、均一回折格子とチャープ型回折格子の界面に位相シフトを導入した DFB-LD[5]、DFB-LD と DBR を集積した DR-LD[6]が提案されている。安定した単一軸モード動作を維持した状態で前方/後方端面光出力比の向上を目的として、本研究から回折格子のピッチが異なる二つの領域を有する共振点シフト DFB-LD[7,8]が提案された。

本研究では領域 1 と領域 2 の回折格子の深さと前方/後方端面光出力比との関係を調べた。この結果、従来よりも前方/後方端面光出力比を向上できる見通しを得たので、報告する。

2. 構造

Fig.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 の領域長を $L_1 = 732 \mu\text{m}$ 、回折格子のピッチを $\Lambda_1 = 0.244 \mu\text{m}$ とし、領域 2 の領域長を $L_2 = 366 \mu\text{m}$ 、回折格子のピッチを $\Lambda_2 = \Lambda_1 + \Delta\Lambda$ 、回折格子の全周期数 N は 4500 とした。領域 1 の回折格子の深さ D_{g1} を 20 nm~60 nm とし、領域 2 の回折格子の深さ D_{g2} を 30 nm, 40 nm, 50 nm に対してシミュレーションした。また、両端面の反射率は 0% とした。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

Fig.1 に示した光出力 P_1 , P_2 を用いて、前方/後方端面光出力比 R を $\max\{P_1/P_2, P_2/P_1\}$ と定義した。Fig.2 に前方/後方端面光出力比 R と領域 1 の回折格子の深さ D_{g1} との関係を示す。パラメータは、領域 2 の回折格子の深さ D_{g2} である。回折格子の深さ $D_{g1} = 50 \text{ nm}$ (結合係数 $\kappa_1 = 107 \text{ cm}^{-1}$)、 $D_{g2} = 40 \text{ nm}$ (結合係数 $\kappa_2 = 87 \text{ cm}^{-1}$)、両領域の回折格子のピッチの差 $\Delta\Lambda = 0.45 \text{ nm}$ のとき、前方/後方端面光出力比 R は、最大値 84.3 となった。この値は、従来の最大値 67.6 [8]を上回る。

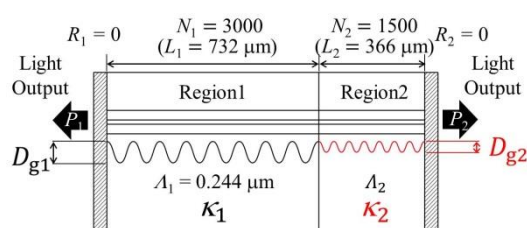


Fig.1 Analytical Model

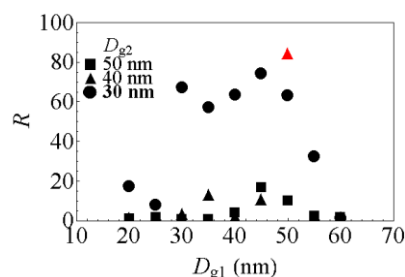


Fig.2 Front/Rear Facet Light Output Ratio R

4. まとめ

共振点シフト DFB-LD において非対称な回折格子の深さ（結合係数）と前方/後方端面光出力比との関係についてシミュレーションし、領域 1、領域 2 の回折格子の深さがそれぞれ $D_{g1} = 50 \text{ nm}$ ($\kappa_1 = 107 \text{ cm}^{-1}$)、 $D_{g2} = 40 \text{ nm}$ ($\kappa_2 = 87 \text{ cm}^{-1}$)、両領域の回折格子のピッチの差 $\Delta\Lambda = 0.45 \text{ nm}$ のとき、前方/後方端面光出力比 R は、従来の最大値 67.6 [8]を上回る 84.3 となった。

参考文献

- [1] H. A. Haus and C. V. Shank, IEEE J. Quantum Electron., Vol.QE-12, No.9, pp.532-539, 1976
- [2] T. Numai, M. Yamaguchi, I. Mito, and K. Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys., vol.26, No.11, pp.L1910-L1911, 1987.
- [3] T. Numai, "Fundamentals of Semiconductor Lasers" Second Edition (Springer, 2014).
- [4] M. Usami, S. Akiba, and K. Utaka, "Asymmetric $\lambda/4$ -Shifted InGaAsP/InP DFB Lasers," IEEE J. Quantum Electron., Vol.QE-23, pp.815-821, 1987.
- [5] K. Sato, Y. Muroya, and T. Okuda, IEICE Transl. Electron., Vol.E83-C, pp.855-859,2000.
- [6] M. Aoki, K. Komori, Y. Miyamoto, S. Arai, Y. Suematsu, Electron. Lett. Vol. 25, pp.1650-1651 1989.
- [7] K. Ichikawa and T. Numai, Optik, Vol.127, pp. 6253-6257,2016.
- [8] K. Ichikawa, S. Ito, and T. Numai, Optik, Vol.127, pp.12078-12084, 2016.