

共振点シフト DFB-LD における離調の効果

— 離調 (光利得ピーク波長とブラッグ波長との差) と前方/後方端面光出力比との関係 —

Effect of Detuning in Resonance-Shifted DFB-LD

立命館大学大学院 理工学研究科 ○東 将吾, 沼居 貴陽

Grad. School of Sci. & Eng., Ritsumeikan Univ., ○Shogo Higashi and Takahiro Numai

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

1. 研究背景と目的

光ファイバーの分散による信号劣化を防ぐ目的で、長距離大容量光ファイバー通信システムの光源として、安定した単一軸モードで動作する半導体レーザーが要求されている。この要求を満たす半導体レーザーとして、位相シフト DFB-LD [1]-[2]は、理想的な光源である。しかし、位相シフト DFB-LD では、前方/後方端面の光出力比は約 1 であり、後方端面からの光出力はモニター光パワーとしては十分すぎるほど大きい。そこで、前方/後方端面光出力比を非対称として電力/光変換効率を向上することを目的として、位相シフトの位置を共振器の中央から移動した位相シフト DFB-LD[3]、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[4]、DFB-LD と DBR を集積した DR-LD[5]、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[6,7]が提案された。

今回、共振点シフト DFB-LD において、前方/後方端面の光出力比と離調 (光利得ピーク波長と領域 1 のブラッグ波長との差) との関係性を調べたので、結果を報告する。

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 と領域 2 の回折格子のピッチを適切に設定することで、安定した単一軸モード動作と、非対称な前方/後方端面光出力が得られる。

領域 1 において、領域長を L_1 、回折格子のピッチを Λ_1 、回折格子の周期数を N_1 とする。領域 2 において、領域長を L_2 、回折格子のピッチを $\Lambda_2 = \Lambda_1 + \Delta\Lambda$ 、回折格子の周期数を N_2 とする。回折格子の全周期数は $N = N_1 + N_2 = 4500$ である。領域 1 と領域 2 における回折格子の結合係数 κ_1 , κ_2 はどちらも 64 cm^{-1} である。両端面のパワー反射率を 0% とし、回折格子の周期数の比 $N_1/N_2 = 1$ (領域長比 $L_1/L_2 \approx 1$)、 $N_1/N_2 = 2$ (領域長比 $L_1/L_2 \approx 2$) に対して RSoft 社の LaserMOD を用いてシミュレーションした。

3. シミュレーション結果

Fig.2(a), (b) にそれぞれ領域 1 におけるブラッグ波長 λ_{B1} 、発振波長 λ と前方/後方端面光出力比との関係を示す。 $N_1/N_2 = 1$ の場合、 $\lambda_{B1} = 1.5460 \text{ }\mu\text{m}$ 、 $\lambda = 1.5479 \text{ }\mu\text{m}$ のときに前方/後方端面光出力比は最大値 24.2 をとり、従来の最大値 7 [7] よりも大きい。 $N_1/N_2 = 2$ の場合、 $\lambda_{B1} = 1.5955 \text{ }\mu\text{m}$ 、 $\lambda = 1.5974 \text{ }\mu\text{m}$ のときに前方/後方端面光出力比は最大値 68.3 をとった。

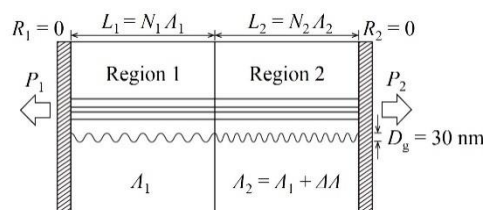
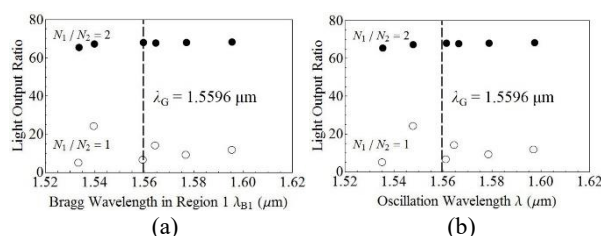


Fig.1 Analytical model

Fig.2 The light output ratio from the front/rear facets vs. (a) Bragg wavelength in Region 1 λ_{B1} (μm) and (b) oscillation wavelength

4. まとめ

共振点シフト DFB-LD において、離調と前方/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た。前方/後方端面光出力比は、 $N_1/N_2 = 1$ の場合、 $\lambda_{B1} = 1.5460 \text{ }\mu\text{m}$ 、 $\lambda = 1.5479 \text{ }\mu\text{m}$ のときに最大値 24.2 となった。この前方/後方端面光出力比は $N_1/N_2 = 1$ における従来の最大値 7 [7] よりも大きい。なお、このときの発振波長 $1.5479 \text{ }\mu\text{m}$ は、光利得ピーク波長 $1.5596 \text{ }\mu\text{m}$ よりも短波側であった。一方、 $N_1/N_2 = 2$ の場合、 $\lambda_{B1} = 1.5955 \text{ }\mu\text{m}$ 、 $\lambda = 1.5974 \text{ }\mu\text{m}$ のときに前方/後方端面光出力比は最大値 68.3 をとった。このときの発振波長は $1.5974 \text{ }\mu\text{m}$ であり、光利得ピーク波長 $1.5596 \text{ }\mu\text{m}$ の長波側であった。

参考文献

- [1] H. A. Haus and C. V. Shank, IEEE J. Quantum Electron., Vol. QE-12, pp.532-539, 1976.
- [2] T. Numai, M. Yamaguchi, I. Mito, and K. Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 26, pp. L1910-L1911, 1987.
- [3] M. Usami, S. Akiba, and K. Utaka, IEEE J. Quantum Electron., Vol. QE-23, pp. 815-821, 1987.
- [4] K. Sato, Y. Muroya, and T. Okuda, IEICE Trans. Electron., Vol. E83-C, pp. 855-859, 2000.
- [5] M. Aoki, K. Komori, Y. Miyamoto, S. Arai, Y. Suematsu, Electron. Lett. Vol. 25, pp. 1650-1651, 1989.
- [6] 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.
- [7] K. Ichikawa and T. Numai, Optik, Vol. 127, pp. 6253-6257, 2016.