

サンプルドグレーティングを有する共振点シフト DFB-LD における 前方/後方端面光出力比の向上

Enhancement of Front/Rear Facet Light Output Ratio in a Resonance-Shifted DFB-LD with Sampled Gratings

立命館大学大学院 理工学研究科 ○尾方 大高, 沼居 貴陽

Grad. School of Sci. & Eng., Ritsumeikan Univ., °Daisuke Ogata 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求められる。DFB-LD は最も安定な単一軸モード動作を示す半導体レーザーである。

位相シフト DFB-LD の前方端面からの出力光は信号光として用いられ、後方端面からの出力光はトラッキングエラーを防止するためのモニター光として用いられる。

位相シフト DFB-LD の前方端面の光出力を P_1 、後方端面の光出力を P_2 とすると、前方/後方端面光出力比 P_1/P_2 は約 1 である。この場合、後方端面からの光出力は、モニター光としては十分すぎるほど大きい。したがって、両端面からの総光出力を一定に保ったまま、前方端面出力を大きくして後方端面出力を小さくすることができれば、電力-光変換効率を向上し低消費電力化に寄与することができる。これまで、位相シフトの位置を前方端面に移動した DFB-LD[2]、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[3]、DFB-LD と DBR を集積した DR-LD[4] が提案され、前方/後方端面光出力比としてそれぞれ 2.3, 2.6, 51 が得られている。

本研究の目的は、サンプルドグレーティング[5]を共振点シフト DFB-LD に適用したときのレーザー特性を調べることである。

2. 構造

Fig.1 に解析モデルを示す。共振点シフト DFB-LD は、共振軸方向に沿って二つの領域から構成されている[6],[7]。

平坦な領域がない場合の領域 1 と領域 2 の回折格子の周期数 N_1, N_2 はそれぞれ 3000, 1500 である。領域 1 に選択的に平坦な領域を設け、平坦な領域を除いた残りの回折格子の周期数を N_{11}, N_{12} とした。そして、この N_{11} と N_{12} をパラメーターとして前方/後方端面光出力比を調べた。 ΔA は二つの領域の回折格子のピッチ差であり、 $A_2 = A_1 + \Delta A$ とした。 $\Delta A = 0$ のときの全共振器長は $L = N_1 \times A_1 + N_2 \times A_2 = 1089 \mu\text{m}$ である。回折格子の深さは 30 nm であり、このとき回折格子の結合係数 κ は 64 cm^{-1} である。また両端面のパワー反射率は 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

最良の結果が得られた条件 $N_{11}=200, N_{12}=1200$ は、前方端面からの距離を l とするとき、 $48.4 \mu\text{m} \leq l \leq 387.2 \mu\text{m}$ の領域が平坦であることを示している。

Fig.2 (a) に前方/後方端面光出力比 R と領域 1 と領域 2 の回折格子のピッチ差 ΔA との関係を示す。Fig.2 (b) に電力-光変換効率と前方端面からの光出力との関係を示す。

前方/後方端面光出力比の最大値は 118.6 で、この値は $\Delta A = 0.25 \text{ nm}$ のときに得られた。

光出力 1 mW における電力-光変換効率は、 14.3% であり、一方、光出力 10 mW における電力-光変換効率は、 50.8% であった。

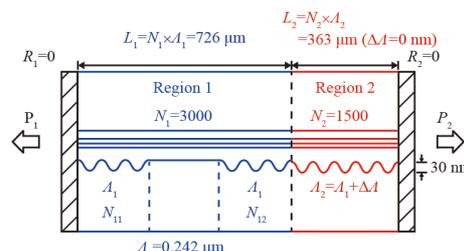


Fig.1 Analytical Model

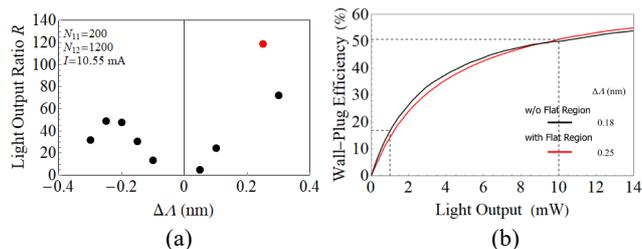


Fig.2 (a) Front/Rear Facet Light Output Ratio R vs. ΔA and
(b) Wall-Plug Efficiency vs. Light Output

4. まとめ

サンプルドグレーティングを有する共振点シフト DFB-LD のシミュレーションを行った。最大の前方/後方端面光出力比は $N_{11}=200, N_{12}=1200, \Delta A=0.25 \text{ nm}$ のとき、118.6 となり従来の最大値 67.6[7] よりも増大した。また、光出力 10 mW において、平坦な領域が存在する場合の電力-光変換効率のほうが平坦な領域が存在しない場合の電力-光変換効率よりも 0.8 ポイント大きくなった。

参考文献

- [1] T. Numai, "Fundamentals of Semiconductor Lasers", Second Edition, pp.137-138 (Springer, 2014).
- [2] M. Usami, S. Akiba, and K. Utaka, IEEE J. Quantum Electron., Vol. QE-23, pp.815-821, 1987.
- [3] K. Sato, Y. Muroya, and T. Okuda, IEICE Trans. Electron., Vol. E83-C, pp.855-859, 2000.
- [4] M. Aoki, K. Komori, Y. Miyamoto, S. Arai, and Y. Suematsu, Electron. Lett., Vol. 25, pp.1650-1651, 1989.
- [5] S. Kim, and J. Cho, IEEE Photon. Technology Lett., Vol. 9, pp. 560-562, 1997
- [6] K. Ichikawa and T. Numai, Optik, Vol.127, pp. 6253-6257, 2016.
- [7] K. Ichikawa, S. Ito, and T. Numai, Optik, Vol. 127, pp. 12078-12084, 2016.