共振点シフト DFB-LD におけるレーザー特性の回折格子形状依存性

Dependence of Laser Characteristics on Shape of Diffraction Gratings in Resonance Shifted DFB-LDs

立命館大学大学院　理工学研究科　○(M1C)二河　一太郎,　沼居　貴陽
Ritsumeikan Univ., Grad. School of Sci. & Eng., Ichitaro Niko and Takahiro Numai
E-mail: numai@se.ritsumei.ac.jp

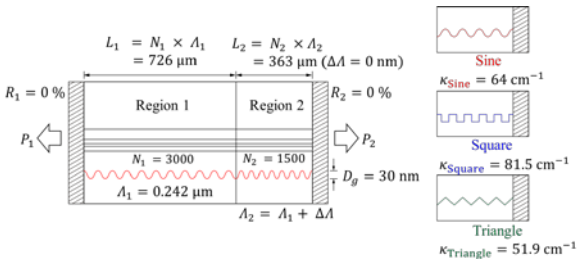
1．研究背景と目的

長距離大容量光ファイバー通信システムにおいて, 安定した単一軸モード動作が得られる半導体レーザーが必要不可欠である[1]. LD からの両端面光出力のうち, 後方端面からの光出力はモニター光として用いられる. もし, 前方／後方端面光出力比を非対称にすることができれば, 電力／光変換効率を改善できると期待される. そこで安定した単一軸モード動作と非対称な前方／後方端面光出力比の両立を目的として, 本研究室において, 共振点シフト DFB-LD を提案し, 領域 1 と 2 の長さの比が 2:1 のとき, 光出力比 67. 6 を得ている[2].

本研究の目的は, 共振点シフト DFB-LD において, 回折格子の形状と前方／後方端面光出力比との関係を明らかにし, 電力／光変換効率の向上に寄与することである.

2. 構造

図 1(a)に共振器軸方向に沿った解析モデルを示す. 共振点シフト DFB-LD は領域を二つに分け, 領域 1 の回折格子ピッチをΛ_1, 領域 2 の回折格子のピッチを$\Lambda_2 = \Lambda_1 + \Delta\Lambda$ ($\Delta\Lambda \neq 0$)とすることで, 安定した単一軸モード動作と非対称な光出力の両立が期待できる半導体レーザーである. 本研究では回折格子の形状を正弦波, 矩形波, 三角波とし, それぞれの形状と回折格子の結合係数の値を図 1(b)に示す.



(a) (b)

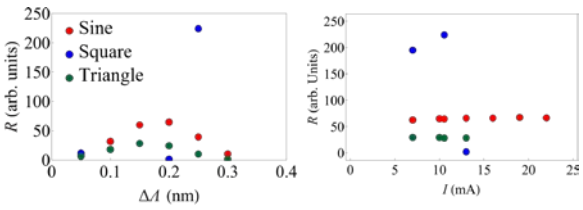
Fig. 1(a) Analytical model and (b) shape of diffraction gratings with coupling coefficients.

3. シミュレーション結果

注入電流 10. 55 mA のときの$\Delta\Lambda$と前方／後方端面光出力比 $R = \max\{P_1/P_2, P_2/P_1\}$との関係を図 2(a)に示す. 回折格子の形状が矩形で$\Delta\Lambda$が 0. 25nm のとき, これまでで最も高い前方／後方端面光出力比 R = 224 が得られた.

図 2(b)に回折格子の形状が矩形($\Delta\Lambda$ = 0. 25 nm), 正弦波($\Delta\Lambda$ = 0. 20 nm), 三角波($\Delta\Lambda$ = 0. 15 nm)のときの R の注入電流依存性を示す. 回折格子の形状が矩形($\Delta\Lambda$ = 0. 25 nm)のとき, 注入電流の変化に伴い, R が大きく変化した. そのため, 注入電流に対する前方／後方端面光出力比の安定性は十分ではない.

図 3 は光出力と前方端面における電力／光変換効率との関係を表している. 回折格子の形状が正弦波($\Delta\Lambda$ = 0. 20 nm), 三角波($\Delta\Lambda$ = 0. 15 nm)のとき, 電力／光変換効率は, 光出力に対して飽和傾向を示しながら増加した. しかし, 回折格子の形状が矩形($\Delta\Lambda$ = 0. 25 nm)のとき, 前方／後方端面光出力比が注入電流に強く依存する. したがって, 光出力 3. 39 mW において, 矩形($\Delta\Lambda$ = 0. 25 nm)に対する電力／光変換効率は, 正弦波($\Delta\Lambda$ = 0. 20 nm), 三角波($\Delta\Lambda$ = 0. 15 nm)に対する電力／光変換効率よりも小さくなった.



(a) (b)

Fig. 2 Front/rear facet light output ratio R as a function of (a) $\Delta\Lambda$ and (b) injected current I.

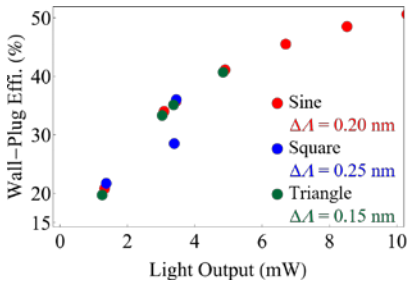


Fig.3 Wall-plug efficiency as a function of light output.

4. まとめ

共振点シフト DFB-LD において, 回折格子の形状と前方／後方端面光出力比との関係を明らかにすることを目的として研究を行った. 回折格子の形状が矩形($\Delta\Lambda$ = 0. 25 nm)のとき, 最大の前方／後方端面光出力比 R = 224 を得た. ただし, 単一軸モード動作の安定性は十分とは言えない. 今後は, 安定した単一軸モード動作と大きな前方／後方端面光出力比の両立を目指して研究を進める予定である.

参考文献

［1］T.Numai, “Fundamentals of Semiconductor Lasers” Second Edition (Springer, 2014)
［2］K.Ichikawa, S. Ito, and T. Numai, Optik, Vol. 127, pp.12078-12084, 2016

© 2019年 応用物理学会