

横方向回折格子を設けたリッジ型半導体レーザーにおけるメサ幅依存性 Dependence of Laser Characteristics on the Mesa Width of the Ridge-type Semiconductor Laser with the Diffraction Gratings along the Transversal Axis

立命館大学大学院 理工学研究科 ○福屋 準, 沼居 貴陽

Grad. School of Sci. & Eng., Ritsumeikan Univ., ○Jun Fukuya and Takahiro Numai

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

I. はじめに エルビウム添加光ファイバー増幅器の励起光源である発振波長 980 nm のリッジ型半導体レーザーとして, p-クラッド層に横方向回折格子を設けた構造を報告した[1]. この構造では, 単一横モード発振を維持した状態で高出力化と発振しきい電流の低減が実現できる見通しを得ている.

今回, 文献 1 の構造において, レーザー特性のメサ幅依存性を調べたので報告する. メサ幅を減少することで, 光出力が向上し, 発振しきい電流が低減するという結果が得られた.

II. 理論解析 Fig. 1 に横方向回折格子を設けたリッジ型半導体レーザーの断面模式図を示す. レーザー光は, 紙面に垂直な方向に出射する. 回折格子の深さ d は 100 nm, 回折格子形成領域の長さ W は約 10 μm , 回折格子のピッチ A は 183 nm, 回折格子領域端とリッジ端との距離 L_2 は約 0.5 μm である. メサ両側の回折格子の間の位相シフトは π であり, 横方向に $\lambda/4$ シフト回折格子が形成されている. メサ幅を L_1 とし, レーザー特性のメサ幅依存性についてシミュレーションをおこなった.

Fig. 2 に I - L 特性を示す. パラメータは, メサ幅 L_1 である. 黒線はメサ幅 $L_1 = 3.3 \mu\text{m}$ に対する結果[1] であり, 赤線は $L_1 < 3.3 \mu\text{m}$, 青線は $L_1 > 3.3 \mu\text{m}$ に対する結果である. $L_1 = 2, 3, 3.3 \mu\text{m}$ のとき, 注入電流 $I = 4 \text{ A}$ までの範囲でキンクフリーとなった. また, L_1 が小さくなるにつれてスロープ効率が向上し, $L_1 = 2 \mu\text{m}$ のときスロープ効率は最大となった. $I = 4 \text{ A}$ のときの光出力は 2.15 W である. なお, さらにメサ幅 L_1 を小さくし $L_1 = 1 \mu\text{m}$ とすると, 基本横モードでの発振は得られなかった. 一方, メサ幅 L_1 が大きくなると, スロープ効率は低下する. スロープ効率が低下するだけでなく, $L_1 = 4 \mu\text{m}$ のときには, 1 次横モードが発振し, キンクが発生した.

Fig. 3 に発振しきい電流 I_{th} のメサ幅 L_1 依存性を示す. 発振しきい電流 I_{th} は, メサ幅 L_1 が小さくなるにつれて減少し, $L_1 = 2 \mu\text{m}$ のとき, 文献 1 よりも小さい $I_{\text{th}} = 37.4 \text{ mA}$ となった. この理由は, メサ幅の減少によりキャリアの拡散が抑制され, メサ直下の活性層にキャリアが集中するためである.

III. まとめ 横方向回折格子を設けたリッジ型半導体レーザーにおいて, レーザー特性のメサ幅 L_1 に対する依存性をシミュレーションした. メサ幅 L_1 が小さくなるにつれて, スロープ効率が向上するとともに, 発振しきい電流が低減した. メサ幅 $L_1 = 2 \mu\text{m}$ において, スロープ効率が最大となるとともに, 発振しきい電流 I_{th} が最小となった. I_{th} の最小値は文献 1 の最小値よりも小さい 37.4 mA であった.

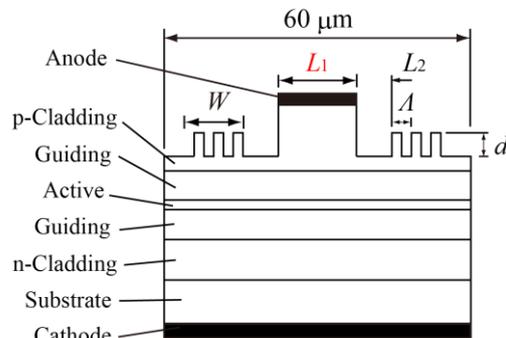


Fig.1 Schematic cross-sectional view of the ridge structure with transversal diffraction gratings.

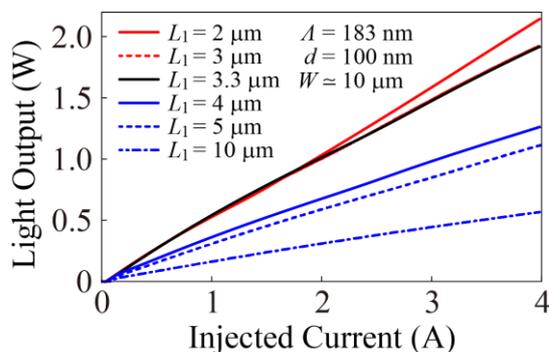


Fig.2 Light output as a function of the injected current with the mesa width L_1 as a parameter for $A = 183 \text{ nm}$, $d = 100 \text{ nm}$ and $W \approx 10 \mu\text{m}$.

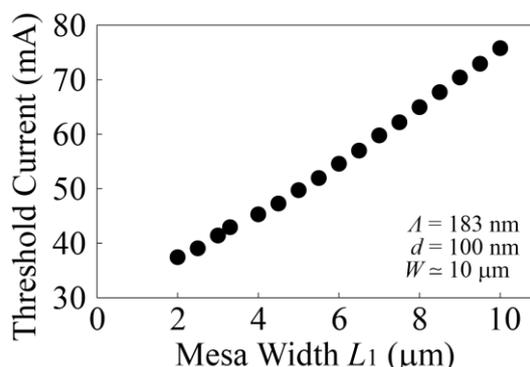


Fig.3 Threshold current as a function of the mesa width for $A = 183 \text{ nm}$, $d = 100 \text{ nm}$ and $W \approx 10 \mu\text{m}$.

謝辞

本研究は, 科学研究費補助金基盤研究 (C) 24560429, 2012 の助成を受けたものである.

参考文献

[1]福屋準, 沼居貴陽, 2012 年秋季第 73 回応用物理学学術講演会 12a-C-67