

選択的絶縁体反導波クラッド層を設けた非対称リッジ型半導体レーザーにおける 低しきい値・キンクフリー発振

Low-Threshold, Kink-Free Oscillation in an Asymmetric Ridge-Type Semiconductor Laser with Partial Single Insulating Antiguiding Layer

立命館大学大学院 理工学研究科 ○大島 光則, 沼居 貴陽

Grad. School of Sci. & Eng., Ritsumeikan Univ., ○Mitsunori Oshima and Takahiro Numai

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

I. はじめに エルビウムドープ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、リッジ外の領域の片側に選択的反導波クラッド層を設けたリッジ型構造が提案された[1], [2]. 文献 1, 2 の構造では、キンクフリー発振が得られたが、通常のリッジ型構造よりも発振しきい電流が増加するという問題があった.

今回、キンクフリー発振と低発振しきい電流の両立を目的として、選択的反導波クラッド層の材料を絶縁体とした構造を提案する. そして、発振しきい電流を低減できる見通しを得たので報告する.

II. シミュレーション リッジ外の領域の片側に選択的反導波クラッド層を設けた非対称リッジ型半導体レーザーの断面模式図を Fig.1 に示す. メサ幅 L_1 は 3.3 μm , リッジ端と反導波層の間の距離 L_2 は 0.5 μm , 反導波層の高さ d は 0.2 μm , 反導波層の幅 w は 10 μm である. 反導波層の材料を SiO_2 (屈折率 $n_r=1.4$) および SiN_x (屈折率 $n_r=2.0, 2.5, 3.0, 3.4$) としてシミュレーションをおこなった.

Fig.2 に基本モードの注入電流-光出力(I - L)特性を示す. パラメータは選択的反導波クラッド層の材料である. 黒色の点線は、反導波層の無い通常のリッジ型構造を示す. 黒色の実線は、文献 1, 2 で取り上げた反導波クラッド層の材料が $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}$ の場合を示す. 赤色の線は、反導波クラッド層の材料が SiN_x の場合であり、破線、一点鎖線、点線、実線はそれぞれ屈折率 $n_r=2.0, 2.5, 3.0, 3.4$ に対応している. 青色の線は、反導波クラッド層の材料が SiO_2 の場合である. 反導波クラッド層として SiN_x ($n_r=3.4$) を用いた場合、注入電流 $I \leq 3 \text{ A}$ の範囲でキンクフリー動作が得られた. 発振しきい電流 I_{th} は 55 mA であり、この値は文献 1 の発振しきい電流よりも 4.1 % 低い.

発振しきい電流 I_{th} が低減した理由は、注入電流 $I = 40 \text{ mA} < I_{th}$ での活性層中の電子濃度分布(Fig.3)から説明できる. 選択的反導波クラッド層の材料を絶縁体にしたことで、リッジ外の領域への電子の拡散が抑制された. この結果、リッジ直下の電子濃度が増加したことが発振しきい電流 I_{th} 低減の理由である.

III. まとめ リッジ外の領域の片側に選択的絶縁体反導波クラッド層を設けた構造を提案し、シミュレーションした. 反導波クラッド層として SiN_x ($n_r=3.4$) を用いることで、発振しきい電流が小さく、かつキンクフリー動作が得られる見通しを得た.

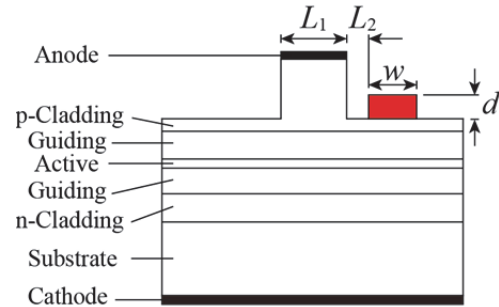


Fig.1 Schematic cross-section of the asymmetric ridge structure with a partial single antiguiding cladding layer.

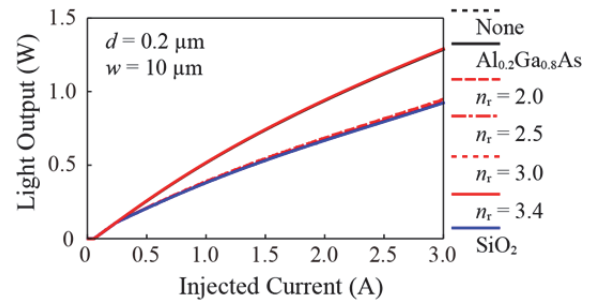


Fig.2 Light output as a function of the injected current with the material of the antiguiding cladding layer as a parameter for $d = 0.2 \mu\text{m}$ and $w = 10 \mu\text{m}$.

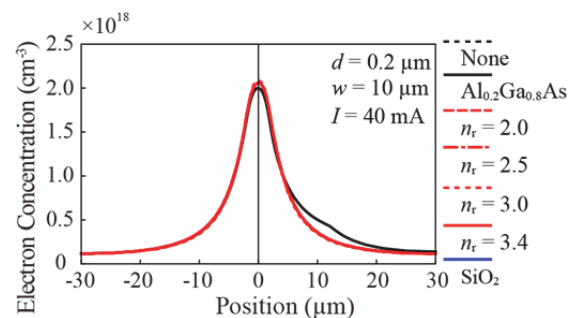


Fig.3 Electron concentration as a function of the distance from the ridge center with the material of the antiguiding cladding layer as a parameter for $d = 0.2 \mu\text{m}$ and $w = 10 \mu\text{m}$.

謝辞

本研究は、科学研究費補助金基盤研究(C) 24560429, 2013 の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] 檜垣将広, 沼居貴陽, 2012 年第 73 回応用物理学会学術講演会 12a-C6-6
- [2] 檜垣将広, 沼居貴陽, 2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会 29a-B4-10