

選択的絶縁体クラッド層を有する非対称リッジ型半導体レーザー

Asymmetric Ridge-Type Semiconductor Laser with Partial Insulating Cladding 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.ritsumeiji.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用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、メサの一方の脇だけに選択的反射導波クラッド層を設けたリッジ型構造が提案された [1]。さらに、キंकフリー動作と低発振しきい電流の両立を目的として、選択的反射導波クラッド層の材料を絶縁体とした構造が提案された [2]。

今回、キंकフリー動作を維持した状態で、文献 2 よりも低い発振しきい電流を得るために、クラッド層の一部を絶縁体とした構造を提案する。シミュレーションの結果、発振しきい電流が低減されるとともに光出力が向上される見通しを得たので報告する。

II. シミュレーション Fig.1(a), (b) にメサ周辺の断面模式図を示す。メサの一方の脇だけに SiN_x (屈折率 3.424) からなる選択的反射導波クラッド層を設け、さらにクラッド層の一部を絶縁体としている。Fig.1(a), (b) は、それぞれメサ形状が順メサ、逆メサの構造を示している。メサ幅 L_1 は $3.3 \mu\text{m}$ 、メサ端と反射導波層の間の距離 L_2 は $0.5 \mu\text{m}$ 、反射導波層の高さ d は $0.2 \mu\text{m}$ 、反射導波層の幅 w は $10 \mu\text{m}$ である。二つの選択的絶縁体クラッド層間の距離 s をパラメータとして、シミュレーションをおこなった。なお、選択的絶縁体クラッド層に用いた材料は SiO_2 (屈折率 $n_r = 1.4$) および SiN_x ($n_r = 2.0, 2.5, 3.0, 3.424$) である。

Fig.2 は、注入電流 $I \leq 3 \text{ A}$ の範囲でキंकフリー動作が得られた条件、すなわち絶縁体クラッド層間の距離 s と絶縁体クラッド層の屈折率 n_r の組合せを示している。パラメータはメサの形状であり、▲は順メサ、■は矩形メサ、▼は逆メサをそれぞれ示している。赤色のプロットは、文献 2 よりも発振しきい電流 I_{th} が低く、注入電流 $I = 3 \text{ A}$ における光出力 L_{max} が大きい条件を示している。 $n_r = 1.4, 2.0, 2.5, 3.0$ の場合、 $1.0 \mu\text{m} \leq s \leq 2.0 \mu\text{m}$ において、注入電流 $I \leq 3 \text{ A}$ の範囲でキंकフリー動作が得られた。一方、 $n_r = 3.424$ の場合、 $3.0 \mu\text{m} \leq s \leq 4.6 \mu\text{m}$ において、注入電流 $I \leq 3 \text{ A}$ の範囲でキंकフリー動作が得られた。

I_{th} と L_{max} の傾向として、 n_r が一定の場合、 $1.0 \mu\text{m} \leq s \leq 2.0 \mu\text{m}$ において、 I_{th} は $s = 1.6 \mu\text{m}$ 周辺において最小値を取り、 L_{max} は s が小さくなるほど大きくなった。また、 $1.0 \mu\text{m} \leq s \leq 2.0 \mu\text{m}$ において、 s が一定の場合、 n_r が大きいほど I_{th} は小さく、 L_{max} は大きくなった。一方で $n_r = 3.424$ 、 $3.0 \mu\text{m} \leq s$ においては、 s が大きいほど I_{th} と L_{max} は大きくなった。

I_{th} が最小となった構造と、 L_{max} が最大となった構造は、どちらも逆メサ構造である。 I_{th} が最小となったのは $n_r = 3.0, s = 1.6 \mu\text{m}$ の場合であり、 I_{th} は 43.0 mA

であった。この発振しきい電流の値は、文献 2 の 55.0 mA に比べて 21.8% 、通常のリッジ型構造の 54.2 mA に比べて 20.6% 低い値である。

L_{max} が最大となったのは、 $n_r = 3.0, s = 1.0 \mu\text{m}$ の場合であり、 L_{max} は 1.34 W であった。この光出力の値は、文献 2 の 1.29 W よりも 50 mW 大きい値である。

III. まとめ メサの一方の脇だけに SiN_x (屈折率 3.424) からなる選択的反射導波クラッド層を設け、さらにクラッド層の一部を絶縁体としたリッジ構造を提案した。シミュレーションをおこなったところ、提案構造において、キंकフリー動作を維持した状態で、低発振しきい電流かつ高出力を得られる見通しを得た。

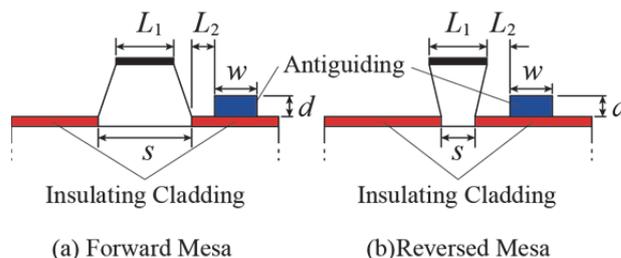


Fig.1 Schematic cross-sections of the asymmetric ridge structures with partial insulating cladding layers in the vicinity of the mesas.

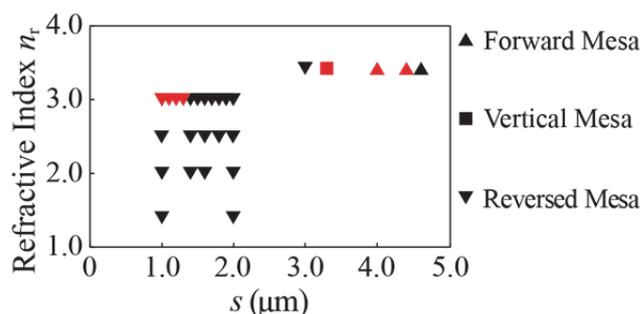


Fig.2 Kink-free conditions in injected current $I \leq 3 \text{ A}$ with the mesa shape as a parameter. The red plots show the conditions for lower threshold current and higher light-output than the results in Ref. 2

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 回応用物理学会秋季学術講演会 12a-C6-6
[2] 大島光則, 沼居貴陽, 2013 年第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 16p-A8-8