

可飽和吸収体を集積した非相反半導体レーザにおける 閾値電流とスロープ効率の変化

Shift of the threshold current and slope efficiency of nonreciprocal semiconductor lasers with saturable absorber

東京農工大工 ○石坂大介 田澤耕明 清水大雅

Tokyo Univ. of Agri. & Tech, ○Daisuke Ishizaka, Komei Tazawa and Hiromasa Shimizu

Email: h-shmz@cc.tuat.ac.jp

[はじめに]半導体光アイソレータは、半導体光増幅器に強磁性金属を集積した導波路中の横磁気カー効果によって一方向伝搬を実現したデバイスで、半導体レーザと一体集積化が可能である[1]。強磁性金属で生じる伝搬損失を半導体光増幅器による利得が上回ると、非相反半導体レーザとして動作する。一方向伝搬特性によって共振器中の光子密度が偏り、両側の端面で異なる光出力やスロープ効率が観測される[2, 3]。吸収性双安定半導体レーザに半導体光アイソレータを集積すると、Fig.1(上)に示すように、可飽和吸収体(Saturable Absorber)へ入射する光子密度の増減を大きくする事ができるため、双安定動作の安定化や光スイッチングパワーの低減が理論的に予測されている[2]。吸収性双安定半導体レーザにおいて双安定動作を得るには、レーザ発振時のスロープ効率が可飽和吸収体の感度の逆数を上回る必要がある。我々は、理論予測[2]を基に、可飽和吸収体と半導体光アイソレータを集積した半導体レーザを作製した。一方向伝搬特性の有無による双安定性の制御に向けて、閾値電流やスロープ効率を評価したので報告する。

[素子構造]Fig.1 に作製した半導体レーザの光学顕微鏡写真を示す。活性層は利得ピーク波長が 1295 nm の InGaAlAs の伸張歪の 9 層量子井戸であり、TM モードで発振する。p-InP 上部クラッド層厚は 470 nm であり、幅 2 μm のリッジ導波路構造に加工した。大きな消光比が得られる材料として強磁性金属の $\text{Fe}_{50}\text{Co}_{50}$ を採用し、電子ビーム蒸着法により製膜した[3][4]。素子長が 0.5 mm、可飽和吸収領域の長さが 30-60 μm の素子を作製した。以下では可飽和吸収領域長が 40 μm のデバイスの測定結果について述べる。端面は as cleaved とした。

[測定結果]素子の温度は 15 $^{\circ}\text{C}$ とし、SA 側からの光出力を測定した。電磁石によって素子に Fig.1(下)の矢印方向に -0.15 T の磁場を印加したときの電流-光出力特性を測定した。測定結果を Fig.2 に示す。-0.15 T の磁場は SA 領域に向かって一方向伝搬特性を示し、光子密度が増大する方向の磁場に相当する。-0.15 T の磁場の印加によってゼロ磁場のときと比べて閾値電流が 0.8 mA 低下することがわかった。これは、一方向伝搬特性によって小さい電流で SA 領域が可飽和吸収を起こしたためと考えられる。また、-0.15 T の磁場を印加することで、レーザ発振後の光出力が増加し、スロープ効率が 40.3 mW/A から 46.7 mW/A に増大した。光出力の増加は 4.0 dB/mm の光アイソレーションに相当し、 $\text{Fe}_{50}\text{Co}_{50}$ と上部クラッド層厚から予想される消光比 2.7 dB/mm よりわずかに大きくなった。本測定結果は双安定半導体レーザのヒステリシス特性の外部磁場による制御に有用である。

参考文献 [1] H.Shimizu et al, J.Lightwave Tech.**24**,38(2006). [2] W.Zaets, and K.Ando, Photon.Tech.Lett,**13**.185(2001). [3] H.Shimizu et al, Jpn.J.Appl.Phys.**51**,02BG02(2012). [4] 上原他 第 59 回応用物理学会関係連合春季講演会 17aF49.

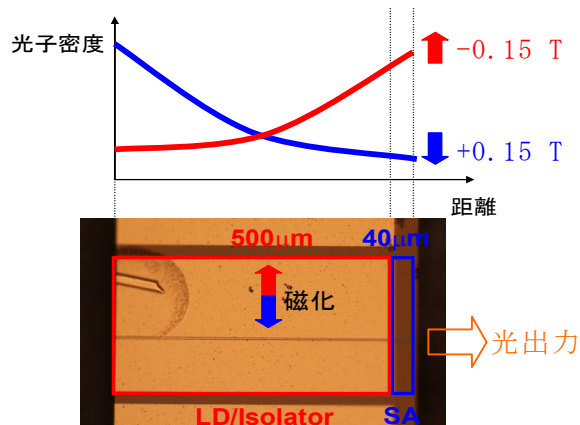


Fig.1 SA 長 40 μm の素子の光学顕微鏡写真 (下)と磁場制御による光子密度分布の概念図(上)

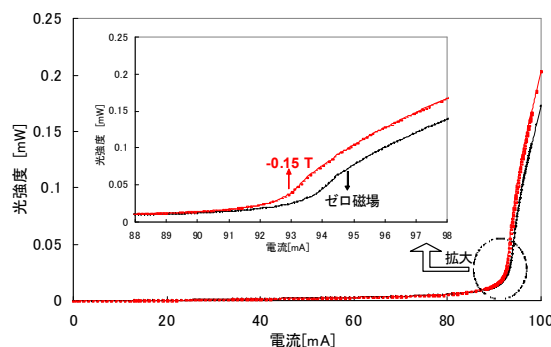


Fig.2 SA 長 40 μm の素子のゼロ磁場と-0.15 T の磁場における電流-光出力特性