

1.3- μm 帯 npn-AlGaInAs/InP トランジスタレーザにおける 高速電圧変調動作に向けた電氣的応答特性の解析

Analysis of Electric Response Characteristics of 1.3- μm npn-AlGaInAs/InP Transistor Lasers for High Speed Voltage Modulation

○吉富 翔一¹、只野 翔太郎¹、山中 健太郎¹、西山 伸彦^{1,2}、荒井 滋久^{1,2}

東京工業大学 ¹工学院電気電子系、²科学技術創成研究院

°Shoichi Yoshitomi¹, Shotaro Tadano¹, Kentaro Yamanaka¹, Nobuhiko Nishiyama^{1,2}, and Shigehisa Arai^{1,2}

¹ Dept. of Electrical and Electronic Eng., ² Institute of Innovative Research (IIR), Tokyo Institute of Technology

E-mail: yositomi.s.ab@m.titech.ac.jp

はじめに

光通信用光源における半導体レーザの変調速度制限を超える高速動作が期待される素子として、トランジスタレーザ (TL) が提案されている [1]。当研究室では、1.3 μm 帯 TL の室温連続発振を達成してきたが、CR 律速により十分な高周波評価を行うことが出来ていない。今回、TL の等価回路モデルを提案し、過渡解析および高周波解析を行い、高速電圧変調動作に向けた検討を行った。

結果

本研究における TL は、InP 基板上 npn バイポーラトランジスタのベース層内に AlGaInAs 歪補償 5 層量子井戸を導入した構造となっている。Fig. 1 に提案する TL の等価回路モデルを示す。コレクタ-ベース間電圧 V_{CB} の制御により、ベースの一部の層 (GaInAsP 層) の損失変化を利用して光出力を変化させる変調方法のため、変調時に光出力に直接影響を与えるパラメータは、活性層電流 I_{act} とコレクタ-ベース接合間電圧 V_{base} である。これらのパラメータについて過渡解析を行った。 I_{act} をなるべく変化させず、 V_{base} のみを変化させることが理想である。従来構造 [2] における過渡解析によると、入力に対して V_{base} と I_{act} が不安定に変動する結果が得られた。これに対し、基板への漏れ電流抑制のための半絶縁性基板の導入、 I_{act} の変動の抑制に向けてコレクタ-ベース接合容量 C_{BC} を削減するための短共振器化 (100 μm) コレクタメサ幅の縮小 (2 μm)、コレクタ層ドーピング濃度への低減化 ($1.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)、および誘導起電力による V_{base} の変動の抑制に向けてインダクタンスを削減するためのフリップチップ接合の導入などの変更を加えた構造における過渡解析の結果を Fig. 2 に示す。

50 GHz の入力矩形波に対して各パラメータが比較的安定な応答を示しているため、光出力も安定な応答を示すと考えられる。なお、同等価回路モデルにより S_{11} の計算を行い、実際に半絶縁性基板上に TL を作製した素子 (他のパラメータは従来通り) により、 S_{11} の測定を行ったところ、理論と同様の改善効果傾向を得たため、等価回路モデルの有意性を確認している。今後、理論計算に基づいた構造変更の導入により、高速変調動作の実現を目指す。

謝辞：本研究は科学研究費補助金 (#17H03247, #15H05763) の援助により行われた。

参考文献

- [1] M. Shirao et al., *IEICE Electronics Express*, vol. 9, no. 23, pp. 1792-1798, Dec. 2012.
- [2] T. Kaneko et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 55, pp. 070301-1-4, June 2016.

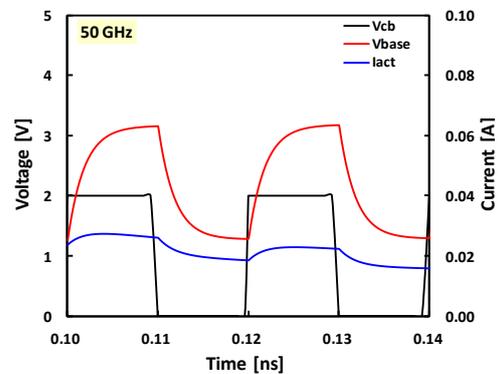


Fig. 2. Transient analysis in new structure

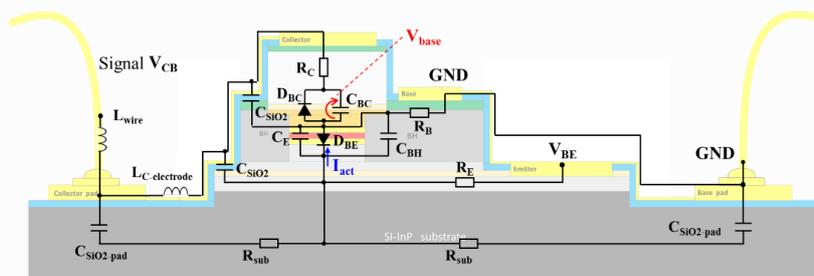


Fig. 1. Equivalent circuit model of a TL