

p-GaInAsP ベース層バンドギャップ低減による 1.3- μm 帯 npn-AlGaInAs/InP トランジスタレーザの電流増幅率の向上 Increase of Current Gain of 1.3- μm npn-AlGaInAs/InP Transistor Laser by Less Bandgap of p-GaInAsP Base Layer

○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

光通信用光源においてレーザダイオードの変調速度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、これまでに 1.3 μm 帯 TL の室温連続発振を達成してきた。今回、TL の p-GaInAsP ベース層のバンドギャップを減少させることで、従来の 2 倍程度の電流増幅率向上に成功したので報告する。

結果

Fig. 1 に作製した素子の構造を示す。半絶縁性 InP 基板上に AlGaInAs 歪補償 5 層量子井戸を成長し、埋め込みヘテロ構造を形成した。次に活性層直上に p-GaInAsP ベース層、両脇に p⁺-GaInAs コンタクト層を成長した。その後 n-InP コレクタ層、n⁺-GaInAs コンタクト層を成長し、メサ形成および Ti/Pt/Au 電極の形成を行った。今回、p-GaInAsP ベース層のバンドギャップを従来の 1.19 eV から 1.15 eV へと減少させた。

Fig. 2 に、今回作製した素子のエミッタ接地における室温連続動作時のベース電流-光出力、コレクタ電流 (I_B - P , I_C) 特性を示す。ストライプ幅 $W_s = 1.7 \mu\text{m}$ 、共振器長 $L = 1000 \mu\text{m}$ の素子において、コレクタ-エミッタ電圧 (V_{CE}) 0 V で、しきい値電流 $I_{th} = 33 \text{ mA}$ ($J_{th} = 1.9 \text{ kA/cm}^2$)、両端での外部微分量子効率 $\eta_d = 14\%$ 、微分抵抗 40Ω を得た。また、 V_{CE} の増加に伴い I_C が増加していることから、コレクタ層へのキャリア引き抜きを確認した。

Fig. 3 にエミッタ接地における V_{CE} - I_C 特性を示す。 $V_{CE} = 6.0 \text{ V}$ 、 $I_B = 30 \text{ mA}$ において電流増幅率 $\beta (=I_C/I_B)$ 0.27 を得た。従来の p-GaInAsP ベース層膜厚 50 nm、バンドギャップ 1.19 eV の素子では $\beta = 0.14$ が得られており [2]、バンドギャップの減少により電流増幅率を 2 倍程度向上させることに成功した。これは、ベース層バンドギャップの減少によりエネルギー障壁が低くなり、コレクタ層へのキャリア引き抜き量が向上したためだと考えられる。今後、ベース層膜厚の薄膜化や、更なるバンドギャップ低減により、電流増幅率の向上が期待される。

謝辞：本研究は文部科学省科学研究費補助金 (#25709026, #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.

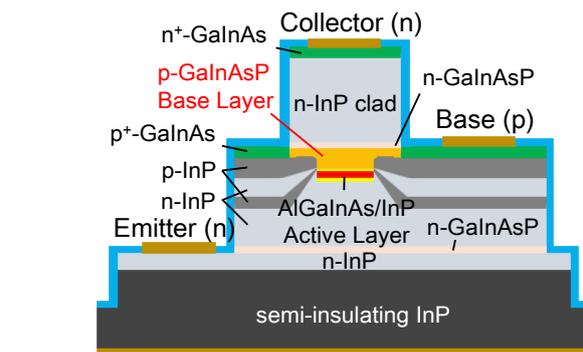


Fig. 1. The structure of the fabricated npn-AlGaInAs/InP TL.

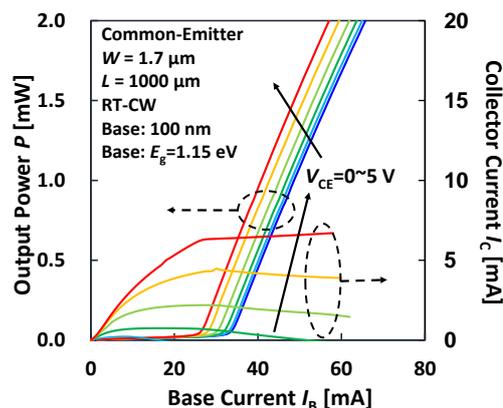


Fig. 2. I_B - P , I_C characteristics.

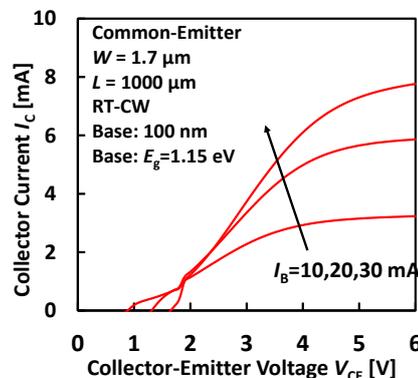


Fig. 3. V_{CE} - I_C characteristics.

[2] 只野翔太郎他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 16p-2E-3