

1- μm 帯 InGaAs 半導体薄膜レーザの提案と光閉じ込めの検討Proposal of 1- μm -band InGaAs membrane lasers and investigation of Optical Confinement伊藤 竣¹, 大磯 義孝¹, 吉田 俊¹, 西山 伸彦^{1,2}

東京科学大学 1 工学院電気電子系, 2 総合研究院

Shun Ito¹, Yoshitaka Oiso¹, Suguru Yoshida¹ and Nobuhiko Nishiyama^{1,2}

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

E-mail: ito.s.cg@m.titech.ac.jp

はじめに

大規模集積回路の配線発熱や信号遅延といった問題を解決できるオンチップ光配線の光源として、我々はシリコン基板上半導体薄膜レーザを提案し、GaInAsP/InP 系材料にてその効果を実証してきた[1][2]。しかしながら、XPUの発熱を踏まえた温度特性を考慮すると InP 系材料では限界がある。今回、安定な高温動作が可能な薄膜レーザに向けて、1- μm 帯 InGaAs/GaAs 系半導体の導入を提案し、その光閉じ込め構造を検討したので、ご報告する。

結果

Fig.1 に今回の解析で使用した InGaAs 半導体薄膜レーザの断面図を示す。活性層は 1 μm 帯の InGaAs 多重量子井戸(MQW)によって構成されており、その活性層が InGaP の光閉じ込め層(OCL)によって挟まれた構造をしている。InGaP の採用は、Al フリーかつ表面再結合の低減という目的である。また、MQW は、井戸数は2、井戸一つ当たりの厚みは 5 nm、GaAs 障壁層一つ当たりの厚みは 10 nm としており、トータル 40 nm となる。左右には、GaAs を再成長により埋め込むことを想定している。

まず、等価屈折率 n_{eq} と光閉じ込め係数 ξ を有限差分固有モード(FDE)法によって求めた。Fig.2 に 2QW の等価屈折率 n_{eq} と光閉じ込め係数 ξ の OCL 厚みに対する依存性を示す。本計算では、縦方向の閉じ込めのみを計算するため、コア層幅を十分広いもの(10 μm)として計算した。表面再結合を防ぐため、OCL の厚みは一つ当たり 50 nm 以下にすることはできないため、最小の厚みとしては 140 nm となる。この時、光閉じ込め係数が最大となり、等価屈折率 n_{eq} と井戸一つ当たりの光閉じ込め係数 ξ は、それぞれ、 $n_{\text{eq}} = 2.691$ 、 $\xi = 3.655$ [%/well] となった。この閉じ込め係数は、現状の GaInAsP 系の値である $\xi = 2.8$ [%/well]に比べて高い値となっている[3]。これは、InGaAs 量子井戸が GaInAsP 量子井戸に比べ高い利得を期待できるため、井戸数および全体膜厚を減らすことができるためである。

次に、Fig.3 にコア層厚み 140 nm、幅を 1.5 μm とした場合の、モード分布を示す。横方向にも十分光が閉じ込められていることが分かる。将来的には、横クラッド層を薄くすることにより横方向への閉じ込めも向上させることができる。

謝辞

本研究は ARIM(JPMXP1224IT0014)の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] S. Arai et al., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron., vol. 17, no. 5, pp. 1381-1389, Sep. 2011.
- [2] N. Takahashi et al., J. Opt. Soc. Am. B., vol 38, Issue11, pp. 3340-3345, 2021
- [3] T. Shindo et al., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron., vol. 19, p. 1502009, Feb. 2013.

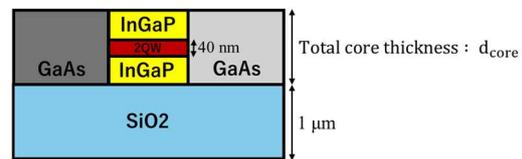


Fig. 1 Cross Sectional View of InGaAs LD

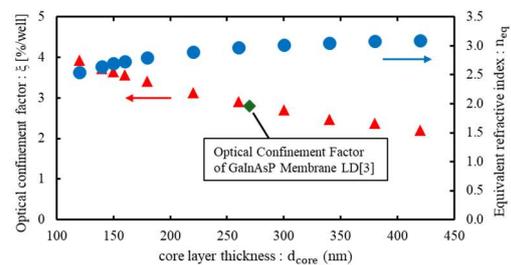


Fig. 2 Core Layer Thickness Dependence of Equivalent Refractive index and Optical Confinement Factor of InGaAs LD

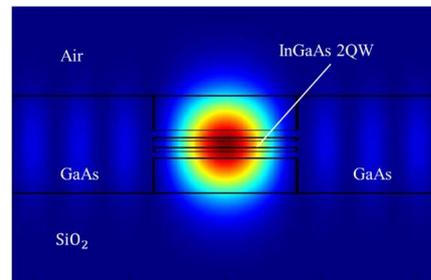


Fig. 3 Optical Mode Field of InGaAs LD