

発振波長の低温度依存性を有する光励起 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ レーザの長波長化

Long wavelength emission of $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ laser with low-temperature dependence of oscillation wavelength

京工繊大¹, °冬木 琢真¹, 吉本 昌広¹

Kyoto Institute of Technology¹, °Takuma Fuyuki¹, Masahiro Yoshimoto¹

E-mail: d1821006@edu.kit.ac.jp

$\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ は Bi 混入によって禁制帯幅(E_g)の減少、 E_g の低温度依存性を示し、 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ による発振波長が温度に依存しない光通信用半導体レーザの実現が期待される。本グループは、 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ ($x=2.5\%$) 薄膜からの光励起によるレーザ発振を実現し、発振波長の温度変化が GaAs の E_g の温度変化に比べ、約 40%に低減していることを実証した[1]。今回、高い Bi 含有率を有する $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ ($3\% < x < 5\%$) 試料を分子線エピタキシー(MBE)法により成長し、より長波長での光励起によるレーザ発振を実現した。また、 $20^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ における発振波長の温度変化が特性温度を考慮すると InGaAsP レーザに比べ、約 10~50%に低減していることを実証した。

p-GaAs 基板上に $\text{GaAs}/\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x/\text{GaAs}$ ($x=3.3\%, 3.7\%, 4.8\%$) および $\text{GaAs}/\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x/\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ ($x=4.2\%, 4.7\%$) の 2 種類のヘテロ構造を成長した。 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 層の厚みは 300~400nm である。 $\lambda=597\text{nm}$ の Dye レーザで励起して、 InGaAs ホトダイオードアレイによって端面放出光を測定した。

Fig. 1 に室温におけるレーザ発振スペクトルを示す。Bi 含有率 4.8%の試料から 1115.1nm でのレーザ発振を実現した。Fig2.(a)および(b)に、比較のために規格化した閾値および 20°C におけるレーザ発振波長に対するシフト量の温度依存性をそれぞれ示す。 20°C における閾値は $0.3 \sim 0.6\text{mJ}/\text{cm}^2$ の範囲であった。 $\text{GaAs}/\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x/\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 試料は白抜きでプロットした。

Fig. 2(a)より、閾値の温度依存性を表す特性温度 T_0 は $\text{GaAs}/\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x/\text{GaAs}$ 構造で約 70K、 $\text{GaAs}/\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x/\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 構造で約 100K となった。 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 層によって $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 層からのキャリア漏れ[1]を抑制し、特性温度を改善した。

ファブリ・ペロー(FP)レーザの発振波長の温度変化の主な要因は、活性層 E_g の温度依存性(正の温度係数)とバンドフィリングの効果(負の温度係数)である。特性温度 66K を有する InGaAsP FP レーザの温度依存係数 $0.45\text{nm}/\text{K}$ を考慮すると[2]、Fig. 2(b)より同様の特性温度を有する $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ レーザの温度依存係数は InGaAsP レーザに比べ、約 10~50%に低減している。

[1] Y. Tominaga, *et al.*, APEX, **3** (2010) 062201.

[2] T. Higashi, *et al.*, JQE, **34** (1998) 1680.

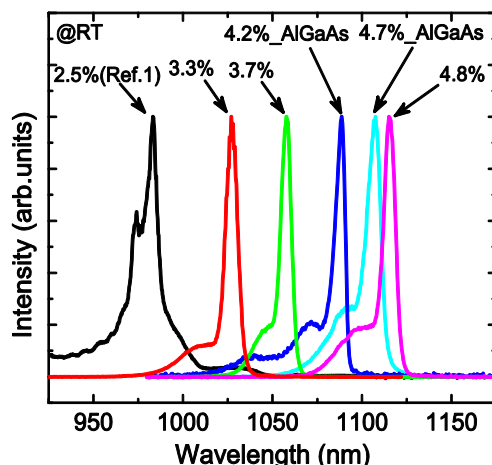


Fig.1. Room-Temperature emission spectra from $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$.

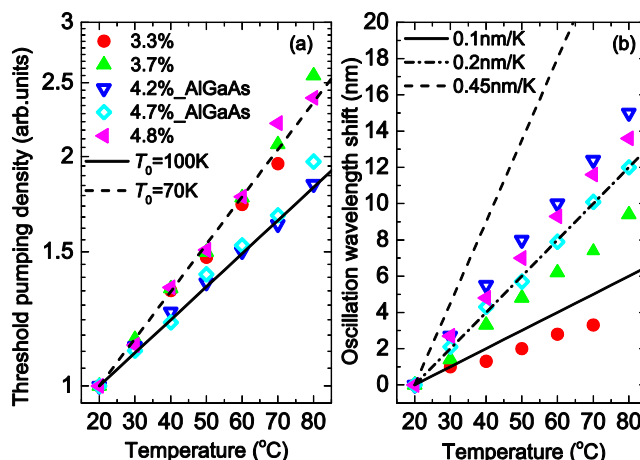


Fig. 2. (a) Temperature dependence of threshold pumping density. (b) Temperature dependence of emission wavelength shift.