

VCSEL 光閉じ込めに用いるイオン注入混晶化の基礎検討

Basic study on Ion Implanted Quantum Well Intermixing for Optical Confinement of VCSEL

°菊池 麻子¹, 宮本 智之¹°Asako Kikuchi¹, Tomoyuki Miyamoto¹Photonics Integration System Research Center, P&I Lab., Tokyo Institute of Technology¹

E-mail: kikuchi.a.ac@m.titech.ac.jp

1. はじめに

光配線用光源となる面発光レーザ(VCSEL)は、微小化手法として AlAs 選択酸化層電流狭窄が用いられている。選択酸化層の屈折率変化は、光閉じ込めの役割も果たすが、大きな屈折率差のために光散乱要因にもなり、低消費電力化のために VCSEL を微小化するほどその影響は大きくなる。

本研究では、量子井戸混晶化(QWI)手法の小さな屈折率変化による光閉じ込めを用いた微小化 VCSEL を目指している。今回、イオン注入を用いた QWI を検討したので報告する。

2. QWI(Quantum Well Intermixing)の原理

QWI 手法は、加熱による原子相互拡散を、目的位置に導入した結晶欠陥で促進する。欠陥導入には SiO₂膜からの空孔拡散[1]、イオン注入による欠陥形成[2]などを用いる。量子井戸の相互拡散によるエネルギー準位差を面内に形成し、これによる吸収スペクトル変化に基づく屈折率変化を VCSEL に適用する[3]。VCSEL の光閉じ込め構造には上部 DBR 内(3μm 厚程度)を混晶化する必要がある。

本研究では、基礎検討として、各種イオンの注入深さ範囲の数値解析による検討と、イオン注入混晶化の波長変化と結晶品質を実験的に検討した。

3. 数値解析・実験とその結果

まず、イオン種に対する注入深さをシミュレーション[4]により検討した。図 1 は注入エネルギー 300keV におけるイオン密度ピーク深さであり、H イオンのみ、3μm 程度まで注入できることになる。

この結果も踏まえ、GaInAs/GaAs 量子井戸薄膜構造へのイオン注入を、表 1 に示す注入パラメータにより検討した。今回の量子井戸は深さ 250nm に位置する。イオン注入を行いその後混晶化 RTA を行った結果を図 2 に示す。図 2 に示す RTA 条件では B イオン注入では発光が得られなかったが、H イオン注入では室温 PL が確認できた。図 3(a)よりイオン注入を行っていないサンプルと比較して、大きく短波長化していることから、H イオン注入による混晶化促進効果を確認できた。また、図 3(b)に示すように、RTA の熱効果が強いほど、発光強度が回復する傾向があることが確認できた。

4. まとめ

イオン注入による混晶化の結晶品質と波長変化について議論した。H イオンの注入条件、RTA 条件を最適化することで、深い位置における結晶性の良い混晶化が可能になると考える。

参考文献

- [1] 阿久津, 牛尾, 松谷, 宮本, 2013 春応物, 29a-B4-8.
- [2] T. C. Kleckner, A. S. Helmy, K. Zeaiter, D. C. Hutchings, and J. S. Aitchison, IEEE JQE. 42, 280–286 (2006).
- [3] A. Kikuchi, T. Miyamoto, ECIO-MOC2014, Th4aR8 (2014).
- [4] <http://www.srim.org/>

Table 1 Condition of Ion Implantation.

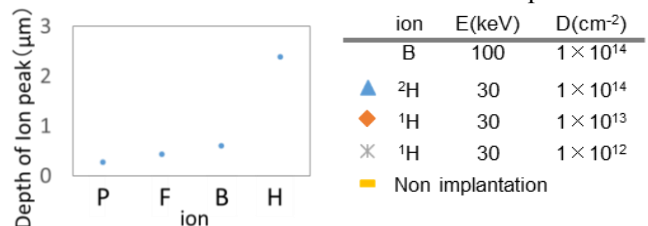
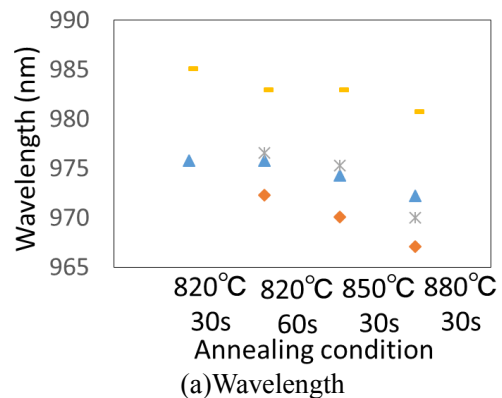
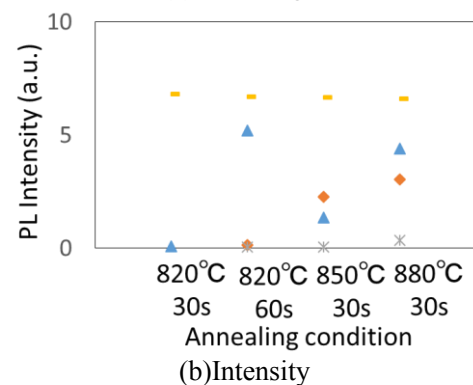


Fig. 1 Ion Implantation depth (300keV).



(a)Wavelength



(b)Intensity

Fig. 2 PL wavelength (a) and intensity (b) dependence on annealing (RTA) condition.