

高出力ホモ接合シリコンレーザーの作製 (2)

Fabrication of a High power Homojunction Silicon Laser (2)

電機大¹, NPEO², 東大工³ ○川添 忠¹, 橋本和信², 杉浦聡², 大津 元一³

TDU¹, NPEO², Univ. Tokyo³ °T. Kawazoe¹, S. Sugiura², K. Hashimoto², and Motoichi Ohtsu³

E-mail: kawazoe@mail.dendai.ac.jp

これまでにドレスト光子フォノン援用アニールによって間接遷移型半導体を用いた LED, レーザーなど受発光素子の作製及び動作検証報告行っている[1-3]。間接遷移型半導体は直接遷移過程半導体とは異なる発光遷移過程に従い、ドレスト光子フォノンと呼ばれる中間状態を介して起こる。

通常の pn 接合 Si 基板に電流を注入しても発光せず、注入された電子と正孔のエネルギーは熱を発生させる。これは Si の伝導体の底と価電子帯の頂上の波数が大きく異なり、光子放出のために必要な波数保存則を満たすためのフォノンに散乱される確率が極めて小さいからである。次にある規則性を持つドーパント対が Si 結晶中に存在すると仮定する。ドーパント原子は Si と質量数が大きく異なれば何でもよい。周囲の Si 原子と質量の異なるドーパント原子は原子振動すなわちフォノンの反射境界となる。その結果、2つのドーパント対の間には特定のモードのフォノンが集中し、そのフォノン密度は均一な Si 結晶の 10^4 も大きくなるという結果も報告されている[4]。このフォノンの波数が Si の伝導体の底と価電子帯の頂上の波数の差と一致する場合、注入された電子と正孔は速やかにフォノン散乱され光子を放出して対消滅すると予想される。我々はこのような特異なドーパント対配列を作り出す方法 (DPP アニール法) を開発した [1-3]。

DPP アニールされた Si の pn 接合部はレーザーの活性層としても機能する。前回の報告では、大きな導波路構造 ($1\text{mm} \times 100\ \mu\text{m} \times 15\text{mm}$) をもつ Si レーザー素子を作製し、赤外領域にて光出力高強度は 10W 以上を得たことを報告した (Fig.1) [5]。今回、この DPP アニールの効果を大きくするためにこれまで用いていたドーパント種を変更し、原子の質量数の Si との違いがより大きな新しいドーパントを用いて Si レーザーを作製した。その結果、これまでよりも低い電圧において、DPP アニールの進捗を示す負性抵抗特性が現れることが分かった。(Fig.2)。発表では新しく作製した素子の

光出力特性等に関して報告を行う。

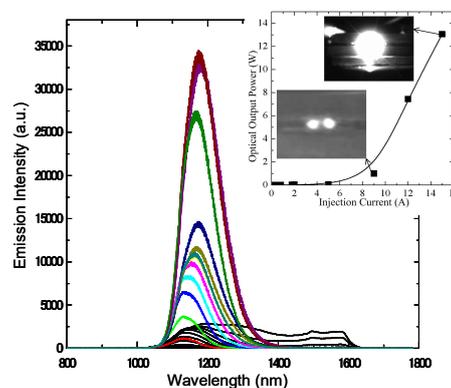


Fig.1 Si laser emission spectra.

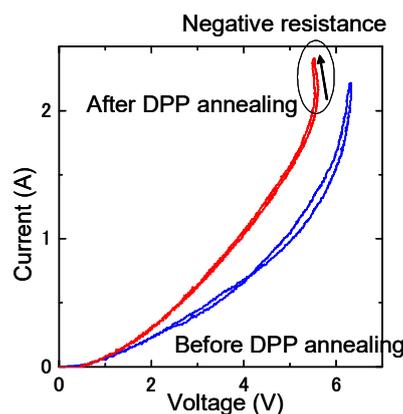


Fig.2 IV characteristics of Si laser after and before DPP annealing.

参考文献

- [1] T. Kawazoe & M. Ohtsu, *Appl. Phys. A*, **115**, 127-133, (2014).
- [2] T. Kawazoe, et al., *Appl. Phys. B-Lasers and Optics*, **98**, 5-11 (2010). also **107**, 659-663 (2012).
- [3] H. Tanaka, et al., *Appl. Phys. B-Lasers and Optics*, **108**, 51-56 (2012).
- [4] Y. Tanaka, K. Kobayashi, *J. Microscopy* **229** 228-232(2008).
- [5] 川添忠, 杉浦聡, 大津 元一, 2017年第64回春季応用物理学会、パシフィコ横浜公園番号 15a-F202-9.