

高出力ホモ接合シリコンレーザー

High power Homojunction Silicon Laser

電機大¹, NPEO², [○]川添 忠¹, 橋本和信², 杉浦聡²

TDU¹, NPEO², [○]T. Kawazoe¹, K. Hashimoto², S. Sugiura

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

我々はドレスト光子フォノン(DPP)アニールによって間接遷移型半導体であるシリコン(Si)を用いたLED, レーザーなど発光素子の開発を行っている[1-3]。これらの素子は通常の直接遷移過程半導体を用いた素子とは異なり発光遷移過程はドレスト光子フォノンと呼ばれる中間状態を介する。

通常の pn 接合 Si では注入電流による発光は極めて弱い。注入された電子と正孔のエネルギーは非発光再結合する。これは Si の伝導体の底と価電子帯の頂上の電子の波数が大きく異なり、光子放出の際満たされるべき波数保存則が成り立たないからである。ここで特定の規則性を持つドーパント対が Si 結晶中に存在すると状況は一変する。周囲の Si 原子と質量の異なるドーパント原子は格子振動すなわちフォノンの反射境界となる。その結果、2つのドーパント対には特定のモードのフォノンが集中する[4]。この局在フォノンの波数が 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、ドーパント対周辺の電子正孔対は速やかにフォノン散乱され光子を放出すると予想される。このような特異なドーパント対配列を作り出す方法は DPP アニールと呼ばれる[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、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(Fig.1)[5]。

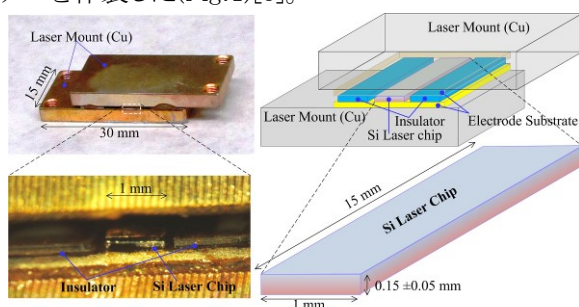


Fig.1

その結果、これまでよりも低い電圧で動作する Si レーザーの動作検証に成功した。Si レーザーチップは閾値以下でチップ全体が発光し、やがて閾値付近でその一部が輝点のように発光を強める。さらに電流を増やすと素子全体のレーザー発振が確認される(Fig.2)。



Fig.2

Fig.3 にドーパント種や構造の異なる 4 種の Si レーザーの光出力に対する注入電流依存性を示す。この結果から素子長を 30mm に増やし、素子冷却の強化やパルス動作にする事で注入電流を 3~5 倍に増やすことが出来れば 100W 級の Si レーザーが実現可能であることが分かったので、作製した素子長 30mm の Si レーザーについて動作報告を行う予定である。

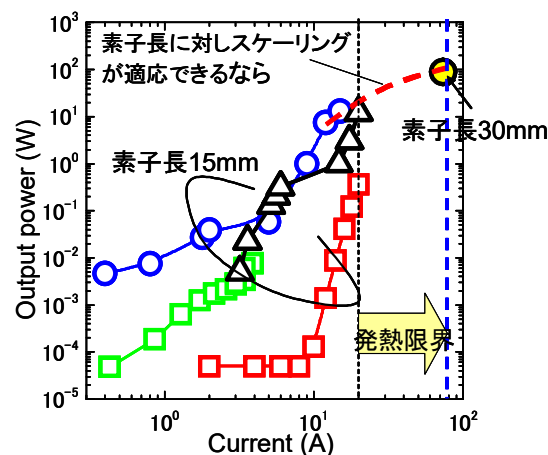


Fig.3

- [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、橋本和信、杉浦聡、大津 元一、2017 年第 78 回秋季応用物理学会、福岡 講演番号 7a-A405-5.