

## 積層型 Si-LED の作製と評価

### Fabrication and demonstration of stacked Si-LED connected in series

電機大<sup>1</sup>, NPEO<sup>2</sup>, ○川添 忠<sup>1</sup>, 橋本和信<sup>2</sup>, 杉浦聡<sup>2</sup>

TDU<sup>1</sup>, NPEO<sup>2</sup>, °T. Kawazoe<sup>1</sup>, K. Hashimoto<sup>2</sup>, 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)を用いた発光素子の開発を行っている[1-5]。Si の pn 接合における電子正孔再結合による発光は極めて弱い。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。DPP アニールにより特定の規則性を持つドーパント対を Si 結晶中に形成するとこの性質は変化する。ドーパント原子は周囲の Si 原子と質量の異なり格子振動(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局在する。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フォノンから波数を受け取り光子を放出する。

DPP アニールでは外部から照射する光による誘導放出を利用している。このため、作製された LED はレーザーのような閾値特性を示す。通常の使用にはこの閾値の存在は障害にはならないが、例えば細かなパワー調整が必要な場合、PWM 制御等が必須になること、閾値の存在が発光強度の不安定性をもたらすことなどが危惧される。今回の発表では非常に微小な Si-LED を積層した素子試作し、通常の動作範囲には閾値が現れないことを確認したので報告する。

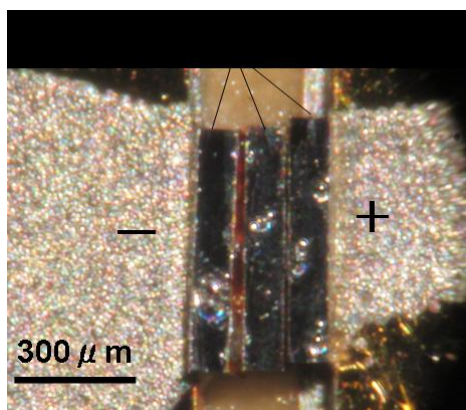


Fig.1.

Fig.1.に今回作製した素子の拡大写真を示す。1つの Si チップサイズは 1mm×0.2mm×0.1mm である。3 つの素子を直接接触させて並べ直列接続させる方法で作製した。Fig.2 に作製した素子の電流電圧特性および DPP アニール後に撮影した発光の赤外写真を示す。また Fig.2 の写真に示すように DPP アニール後には素子間の出力光強度の

大きなバラツキは見られなかった。

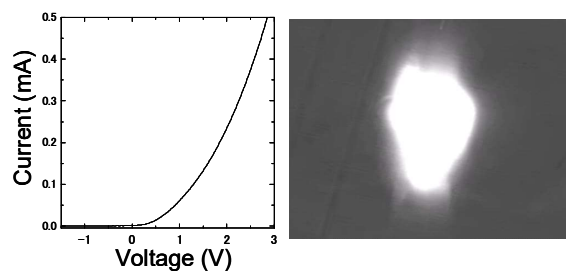


Fig.2.

Fig.3 に光出力の注入電流依存性を示す。従来の Si-LED のように指数関数的な閾値は見られず、比較的滑らかな立ち上がりになった。この理由は素子が 3 つの領域に分断されているため、誘導放出の影響が小さくなったためだと思われる。

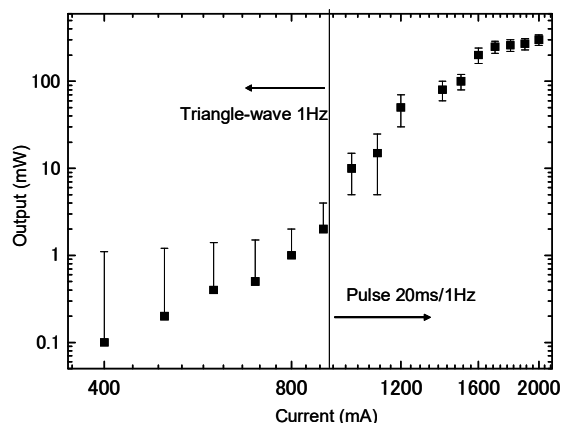


Fig.3

- [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.