

パルス電流を用いたドレスト光子・フォノンアニールによる Si-LED の作製

Fabrication of Si-LED by DPP annealing using pulse current

電機大¹, 日亜化学工業(株)², ドレスト光子研究起点³, 川添 忠¹, 門脇拓也², 大津元一³
TDU¹, Nichia Corporation², Research Origin for Dressed Photon,³ T. Kawazoe¹, T. Kadowaki², M. Ohtsu³
E-mail: kawazoe@mail.dendai.ac.jp

ドレスト光子フォノン(DPP)アニールは本来ほとんど発光しない間接遷移型半導体であるシリコン(Si)を発光素子として性質を発現させ、これまでLEDやレーザに利用する研究開発を行ってきた[1-5]。実験に用いてきた典型的な素子基板の抵抗率は $5\Omega\text{cm}$ 程度あったが、これまで作製した素子の抵抗はこの低効率から予想される値と比べ極めて大きなものであった。この高い抵抗の要因は素子電極にある事が分かったので、素子抵抗を下げるための素子電極の構造や作製方法の検討を行い、従来の $1/100\sim 1/1000$ まで素子抵抗を低減することができた。

新たに作製した素子では低い素子抵抗のため、DPPアニールが促進されるのに必要なジュール発熱が定常電流によって得ることが困難になった。実際にFig.1に示すような 1mm 口のSi発光素子を作製し、 1A 以上のDC電流を流しても全くDPPアニールの効果が現れなかった。Fig.2(a)にこの素子の電流電圧特性を示す。そこで、pn接合部のみを発熱させ、この領域でのみDPPアニールが進むように 1300nm のレーザー光とパルス電流(パルス幅 5ms , 10Hz)を印加する条件でDPPアニールを行った(Fig.2(b))。

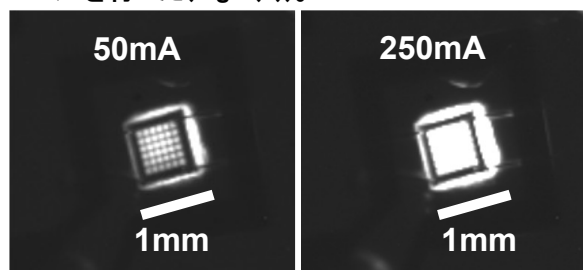


Fig.1.今回作製した素子の発光の様子。

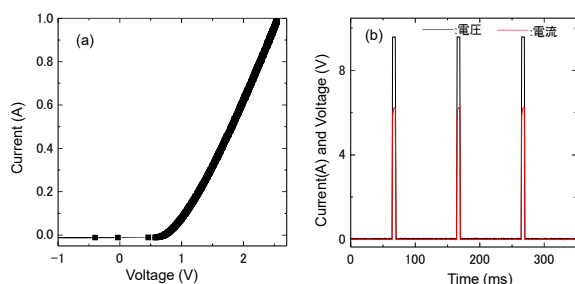


Fig.2.電流電圧特性とDPPアニール時に印加した電流と電圧。

この新しいDPPアニール法を用いた結果、Fig.3のELスペクトルに示すように、45分間のアニールによって、同じ電流での発光強度が約10倍に増加した。また発光波長ピークがSiのバンドギャップに相当する波長から長波長側にシフトし、DPPアニールに用いたレーザーの波長に近い領域に新しい構造が現れた。

これは、低抵抗化された素子をパルス電流によりDPPアニールすることによって、pn接合部の変化が強調された結果であると考えている。

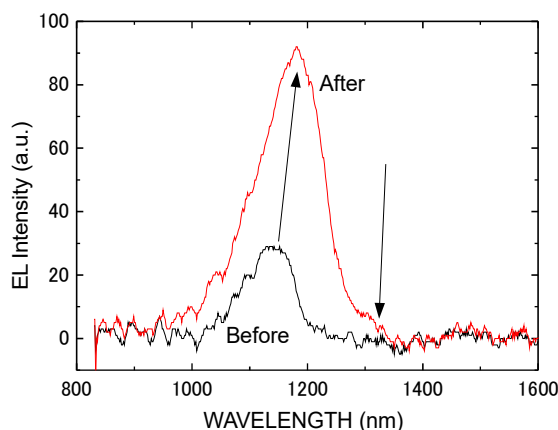


Fig.3. DPPアニール前と後の発光スペクトル比較。

[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, and 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.