

透明電極を持たない SiC-LED へのドレスト光子 フォノン援用アニールの効果

Effects of a dressed-photon-phonon annealing for SiC-LED without transparent electrodes

東大工, °川添 忠, 千枝 航, 大津 元一

Univ. of Tokyo, °Tadashi Kawazoe, Koh Chieda, and Motoichi Ohtsu

E-mail: kawazoe@ee.t.u-tokyo.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り SiC(炭化珪素)を近紫外～青又は白色発光ダイオード(LED)に加工できることを報告してきた[1]。この手法は SiC と同じく間接遷移型半導体の Si にも応用され LED、レーザー、受光素子の作製にも用いられている[2-4]。ドレスト光子フォノン援用アニール法で作製された間接遷移型半導体発光素子の発光過程は通常のフォノン散乱による間接遷移ではなく、ドレスト光子とフォノンの結合した中間準位を介した遷移によって起こる。我々はpn接合領域に分布するドーパントがELに寄与するドレスト光子の発生源と考えている。SIMS(二次イオン質量分析)やアトムプローブ法によりドーパント分布がドレスト光子フォノン援用アニールにより変化することが観測されていた。今回、ドレスト光子フォノン援用アニールによるドーパント分布の変化が素子内のEL強度分布にも明瞭に現れたのでその実験結果を報告する。

前回報告した素子では一様に電流を印加するために素子表面に透明電極(ITO)を用いており、アニール中に起こる電極劣化が問題となっていた。今回、Fig.1(a)に示すように電極としてH型のCr/Ni/Au薄膜を用いた。SiC基板にはあらかじめAlをイオン打ち込みし、pn接合を作製してある。この素子に順方向印加電圧(4～12V)、照射光波長 532nm、照射光強度

2W/cm²の条件でドレスト光子フォノン援用アニールを行った。Fig.1(b)にアニール中(アニール時間<5分)の発光する素子の写真と電流電圧特性を示す。電極周辺のみ発光し、閾値電圧が明瞭でない。Fig.1(c)に12時間アニール後の発光する素子の写真と電流電圧特性を示す。アニール後では素子全体が発光するようになり、閾値電圧(2V)が明瞭に現れた。これらの結果は素子の面抵抗が低下した事やフェルミレベルの変化などに起因した内部電位の変化を意味しており、ドーパント(Al)の分布や活性化率の変化そのものに対応する。SiCではドーパント拡散に1800℃以上が必要とされるが、光、電子・正孔、フォノンが結合し局在したドレスト光子フォノンの効果によりドーパント拡散や活性化が低温でも起こったと考えられる。

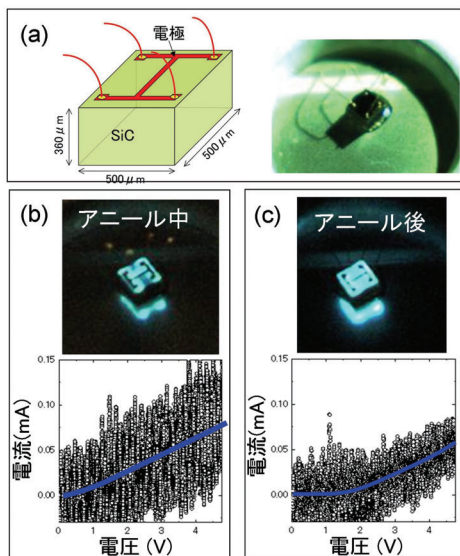


Fig.1.

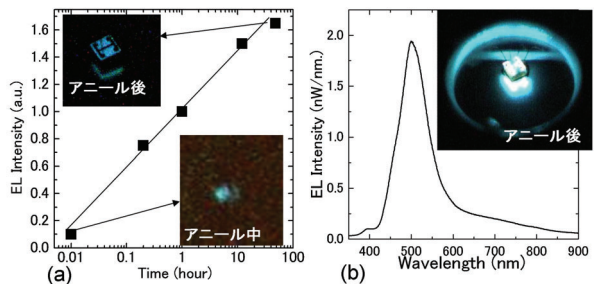


Fig.2.

電圧 4.1V における EL 強度のアニール時間依存性を Fig.2(a)に示す。これまでの透明電極劣化の障害が取り除かれたことで、発光強度はアニール時間の対数にほぼ比例することが明確になった。Fig.2(b)に電流パルス(3mA: 65 μs, 5KHz)を印加したときの EL スペクトルと発光する素子の写真を示す。素子表面よりも素子裏面を接合している部分からの発光がはるかに強く、今後は光の取り出し効率を向上させるための工夫を行う予定である。

[1] T. Kawazoe & M. Ohtsu, Appl. Phys. A DOI: 10.1007/s00339-013-7930-x, (2013).

[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] N. Wada, et al., Appl. Phys. B-Lasers and Optics, **108**, 25-29 (2012).