

InGaN-LED 動作時の禁制帯内励起光照射による非発光再結合準位の検出

Detection of Non-Radiative Recombination Levels in InGaN-LED Under Operation
By Irradiating Below-Gap Excitation Light埼玉大院理工 [○]千代田 夏樹, 鎌田 憲彦, 矢口裕之Saitama Univ., [○]Natsuki Chiyoda, Norihiko Kamata, Hiroyuki Yguchi

E-mail: n.chiyoda.296@ms.saitama-u.ac.jp

【はじめに】窒化物半導体材料を用いた半導体デバイスはコスト面での優位性から、主にサファイア基板上でのエピタキシャル成長によって作られる。しかし、格子定数のミスマッチにより格子欠陥が発生しやすく、LED 等の発光デバイスにおいてはこれが非発光再結合 (NRR) 準位としてはたらき発光効率を下げ原因となる。デバイスの効率向上には NRR 準位の検出・評価が重要であるため、UV-LED¹⁾に続いて二波長励起 PL 法の原理に基づき InGaN-LED での NRR 準位の検出を試みた。

【実験】試料は市販の InGaN 緑色 LED である。順電流 (1 mA または 300 mA の定電流) を流した状態で、さらに禁制帯内励起 (BGE) 光 ($h\nu_{BGE} < E_g$) を照射し、EL の強度変化を観測した。ここで順電流のみ、および BGE 光照射時の EL 強度 I_{EL} 、 I_{EL+BGE} から

$$\text{規格化 EL 強度変化} = \frac{(I_{EL+BGE} - I_{EL} + I_{DARK} - I_{BGE})}{I_0}$$

を求めた。また、同じ電流条件での定電圧動作時に、BGE 光照射による電流変化 Δi を測定した。これらの値を異なる BGE 光出力で測定し、同じ BGE 光子数密度での値の比較を行った。

【結果と考察】同じ光子数密度での規格化 EL 強度変化 (1 mA 時 $2.35 \times 10^{19} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, 300 mA 時 $1.79 \times 10^{19} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) および Δi (1 mA 時、300 mA 時どちらも $2.25 \times 10^{19} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) の比較をそれぞれ Fig. 1、Fig. 2 に示す。どちらの場合も BGE 光の波長によって値に変化が現れ、グラフ中のピークに対応する欠陥準位が存在することがわかる。また、Fig. 2 では 1 mA 時と 300 mA 時でグラフの形状が概ね一致している。先行研究によると規格化 EL 強度変化は発光領域の、 Δi はそれ以外の層での再結合過程の影響が大であり、LED 各領域での NRR 準位を介したキャリア再結合過程は異なる注入電流依存性を持つと考えられる。

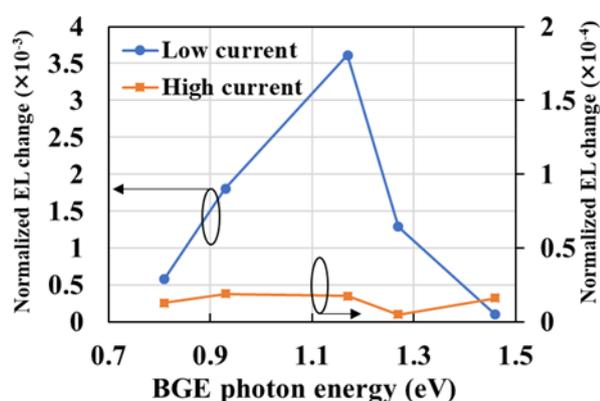


Fig. 1 BGE photon-energy dependence of the Normalized EL change at 1 mA and 300 mA.

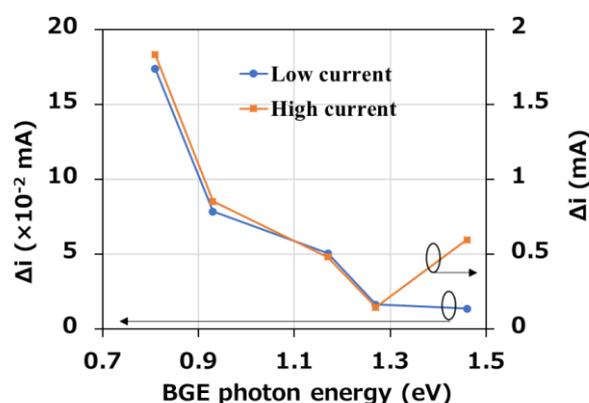


Fig. 2 BGE photon-energy dependence of Δi at 1 mA and 300 mA.

1) N. Kamata et al., Int. Symp. on Semiconductor Light Emitting Devices, M5.2, Banff, Oct. 2017.