

極性面フリーなマルチファセット InGaN-LED からの電流注入発光

Electroluminescence from Polar-Plane-Free Faceted InGaN LEDs

京大院工, °(D) 松田 祥伸, 船戸 充, 川上 養一

Kyoto Univ., °Y. Matsuda, M. Funato, Y. Kawakami

E-mail: kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】三次元 InGaN 量子井戸構造 (3D-InGaN QW) は、次世代の蛍光体フリーな多色発光素子として有望である。従来、3D-InGaN QW は (0001) GaN テンプレート上に作製され、大きな分極誘起電界を有する (0001) 極性面上 QW が長波長発光を担っていたため、その発光効率低下が課題であった。これに対してわれわれは、半極性 GaN 基板を用いて極性面フリーな 3D-InGaN QW を実現し、輻射再結合寿命の短い多色発光特性を光励起で確認した [1]。本研究では、極性面フリーな 3D LED 構造の電流注入発光 (EL) を実現したので報告する。

【実験方法】 $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ 面 n-GaN バルク基板の上に、GaN 基板の露出する幅 $15\ \mu\text{m}$ 、 SiO_2 マスク幅 $5\ \mu\text{m}$ のストライプマスクを $[\bar{1}\bar{1}23]$ 方向に形成した後、有機金属気相成長法 (MOVPE) を用いた選択成長法により、3D LED 構造を成膜した。層構造は最も簡易な n-GaN/InGaN QW/p-GaN とした。3D LED 構造の概要図を図 1(a) に示す。 $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ および $\{\bar{1}10\bar{1}\}$ 半極性面と $\{\bar{1}100\}$ 無極性面で構成された三次元構造であり、極性面フリーである。ただし、研究室での (0001) 面標準条件では p 型伝導を示さなかったため、まず、 $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ 面上の平坦な LED 構造でドーピング条件を確立した。具体的には、p-GaN 層成長時の Mg/Ga 流量比と成長圧力を適切に設定することで、良好なドーピングプロファイルと $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ LED からの明瞭な EL を実現した。続いて、確立したドーピング条件を 3D LED 構造に適用した。3D LED の電極構造は、基板の n 型導電性を活用して縦型 LED 設計とした。ただし、三次元構造ならではの問題が電極形成にあったため、事前にプロセス条件の最適化を行った [2]。測定はすべて室温で行った。

【実験結果】始めに、極性面フリーな 3D LED の電流-電圧特性を、直流駆動により評価したところ、順方向の立ち上がり電圧は 6 V 程度であった。直流 20 mA を印加した際の EL 発光スペクトルと、その際の写真を図 1(b) および (c) にそれぞれ示す。同様の成長条件で作製した $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ 面上の平坦 LED の発光スペクトルも合わせて示す。3D LED は、 $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ および $\{\bar{1}10\bar{1}\}$ 面由来の $\sim 500\ \text{nm}$ 発光と $\{\bar{1}100\}$ 面由来の $\sim 420\ \text{nm}$ 発光を有する EL スペクトルを示し、多色発光特性によって平坦 LED よりも広帯域な発光スペクトルを示すことが分かった。また、平坦 LED と 3D LED からの発光波長のずれは、光励起の場合と同様であった [1]。結晶成長条件やデバイス特性の詳細は当日報告する。

参考文献 [1] Y. Matsuda *et al.*, *Appl. Phys. Express*, **10**, 071003 (2017). [2] 松田他, 2019 年度 第 80 回 応用物理学会秋季学術講演会, 19a-E310-7.

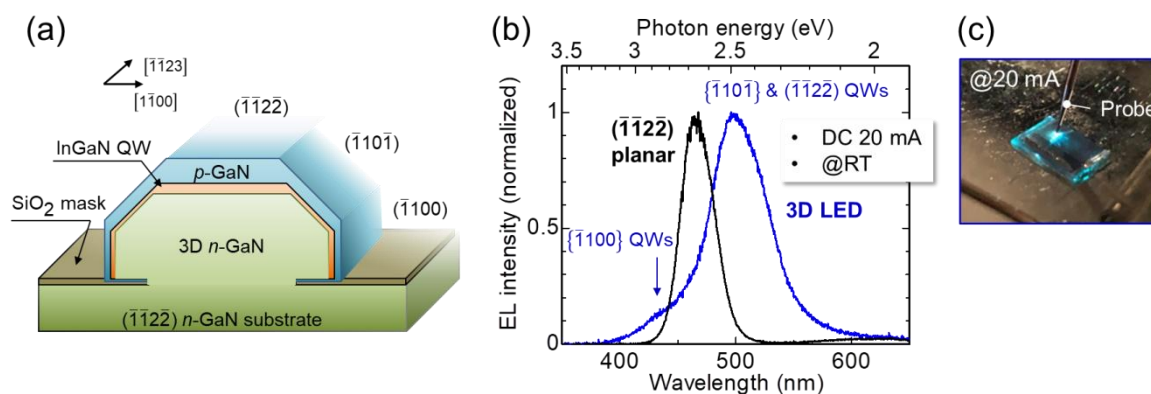


図 1 (a) 極性面フリーな 3D LED 構造の概要図。 (b) 直流 20 mA 印加時の発光スペクトルと (c) その際の写真。同様の成長条件で作製した $(\bar{1}\bar{1}2\bar{2})$ 面上平坦膜 LED の発光スペクトルも合わせて示す。