

電子オーバーフロー直接観測を用いた青色 LED 電子ブロック層の検討

Evaluation of electron blocking layer in blue-LED by direct measurement of electron overflow

名城大理工¹, 名大・赤崎リサーチセンター² ○林 健人¹, 松井 健城¹, 安田 俊輝¹,勝野 翔太¹, 竹内 哲也¹, 上山 智¹, 岩谷 素顕¹, 赤崎 勇^{1,2}Fac. Sci. & Technol., Meijo Univ.¹, Akasaki Research center, Nagoya Univ.²,°K. Hayashi¹, K. Matsui¹, T. Yasuda¹, S. Katsuno¹, T. Takeuchi¹, S. Kamiyama¹, M. Iwaya¹,I. Akasaki^{1,2}

E-mail: 133434026@c alumni.meijo-u.ac.jp

【目的】窒化物半導体 LED では、電流注入の増加と共に発光効率が低下する効率ドロップが報告されている。その原因の一つとしてキャリアオーバーフローが挙げられている [1][2]。これまでに、我々は電子ブロック(EB)層上に第二活性層を設け、オーバーフローした電子を正孔と発光再結合させて、電子オーバーフローを直接観測する手法を確立した [3]。今回、AlGaNEB 層を有する LED と GaNEB 層を有する LED の二種類を用意し、第二活性層からの発光により電子のオーバーフローを評価した。

【実験】図1に本実験で用いた LED 構造を示す。AlGaNEB 層、または GaNEB 層を有する二種類の青色 LED を用意した。その際、EB 層上にオーバーフローをモニタする第二活性層 (Violet) を配置した。さらに、Mg による第二活性層の品質低下を懸念して、EB 層成長終了後に Mg 供給を一旦停止し、60nm のアンドープ GaN スペーサ層を成長した。続いて、第二活性層、p-GaN を成長し、素子形成した。

【結果】はじめに PL 測定を行い、第二活性層の品質を評価した。二種類のウエハにおいて、第一活性層と同等の発光強度が第二活性層から確認され、第二活性層は十分な品質を備えていると判断した。次に、AlGaNEB 層の場合と GaNEB 層の場合の EL スペクトルを図2、3に示す。図中の矢印は、PL における第二活性層(点線)と第一活性層(実線)の発光波長を示している。AlGaNEB 層では、注入電流密度が増大するに従って、第二活性層からの強度が第一活性層からの発光に比べ相対的に増大した。電子が EB 層を超えてオーバーフローしていると考えられる。一方で、GaNEB 層では第二活性層からの明瞭な発光は観測されなかった。したがって、GaNEB 層では電子はオーバーフローしていないことが分かる。これらの結果から、AlGaNEB 層よりも、GaNEB 層の方が電子のオーバーフローを抑制することができるといえる。AlGaNEB 層では、バリア層-EB 層界面に大きな正の分極固定電荷 ($\sim 1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$) が発生する。それにより、AlGaNEB 層では、バンドギャップが大きいにもかかわらず、その固定電荷により実効的にポテンシャルが低下し、電子がオーバーフローしやすい構造となっていることが原因と考えている。

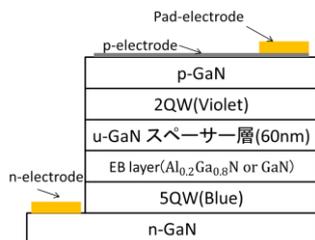


図1 サンプル構造

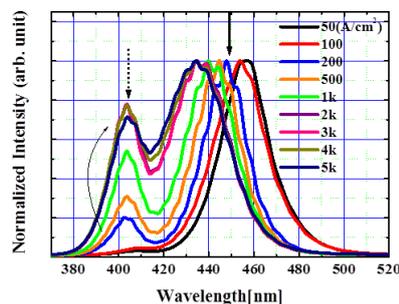


図2 EL スペクトル (AlGaNEB)

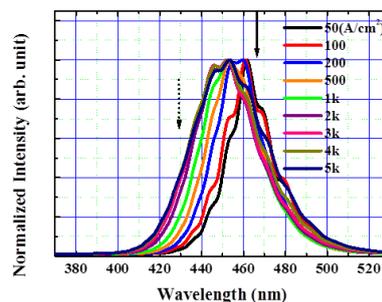


図3 EL スペクトル (GaNEB)

【参考文献】 [1] S.-H. Han et al. Appl. Phys. Lett. **94**, 231123 (2009). [2] Martin F. Schubert et al. Appl. Phys. Lett. **91**, 231114 (2007). [3] 林 他 2013年 第60回 応用物理学学会春季学術講演会 29p-G21-12

【謝辞】本研究の一部は、日本板硝子材料工学助成会及び、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(平成24年～平成28年)の援助により実施された。