

トンネル接合を用いたモノリシック多色 LED の作製と評価

Growth and characterization of monolithically integrated multi-color LEDs with tunnel junctions

東京大学生産技術研究所 ○森川創一朗, 上野耕平, 小林篤, 藤岡洋

○Soichiro Morikawa, Kohei Ueno, Atsushi Kobayashi, Hiroshi Fujioka

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

E-mail: smorikaw@iis.u-tokyo.ac.jp

【背景】マイクロ LED ディスプレイは、次世代のディスプレイ技術として注目を集めており、実用化のためには同一基板上に RGB-LED をモノリシックに集積する手法が望まれる[1]。これまでに、成長方向に RGB-LED を直列に積層したカスケード LED 構造を利用したモノリシック集積化が検討されてきた[2]。しかしながら、このような構造では下層 LED への p 型コンタクト形成時に、p 型 GaN 表面層がドライエッチング中のプラズマ暴露により劣化してしまうため、LED へのホール注入が大きな課題となる。この問題の解決策として、各 LED の p 型コンタクトをトンネル接合(TJ)コンタクトで代替する方法が挙げられる。そこで本研究では、スパッタリング法により TJ を用いたカスケード LED を作製し、マイクロ LED のモノリシック集積化を検討した。

【実験方法】図 1 には、作製したカスケード LED の素子構造を示す。まず、市販 LED 上にスパッタリング法を用いて膜厚 15 nm の n^{++} -GaN([Si] $\sim 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$)、膜厚 700 nm の n^{+} -GaN([Si] $\sim 4 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$) を堆積し TJ コンタクトとした。次に膜厚 100 nm の n-GaN、膜厚 100 nm の InGaN 活性層、膜厚 200 nm の p-GaN([Mg] $\sim 3 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)、膜厚 10 nm の p^{+} -GaN([Mg] $\sim 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$) から構成される LED 構造を堆積した。最後に上述の n^{++} -GaN、 n^{+} -GaN からなる TJ コンタクトを再度形成した。このような試料に対して ICP エッチングによるメサ加工と EB 蒸着による Ti/Al/Ti/Au 電極形成を行い、1st LED、2nd LED それぞれが独立で駆動する構造を作製した。

【結果と考察】図 2 には、作製したカスケード LED の光学顕微鏡画像を示す。同一基板上から青・緑の発光が見られ、2 色の LED をモノリシックに集積できたことがわかる。TJ コンタクトを用いたことで、ドライエッチング後も顕著なダメージのない均一な発光を示した。以上の結果から、スパッタリング法により作製した TJ を用いたカスケード LED 構造が、マイクロ LED のモノリシック集積化に有望であることが分かった。

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 JP16H06414 の助成を受けて行われたものである。

【参考文献】 [1] T. Wu *et al.*, Appl. Sci. **8**, 1557 (2018).
[2] Y. Robin *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **58**, SCCC06 (2019).

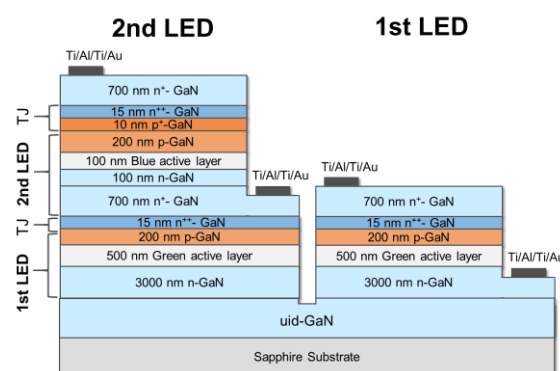


Fig.1 Cross-sectional schematic of cascaded LEDs with TJs

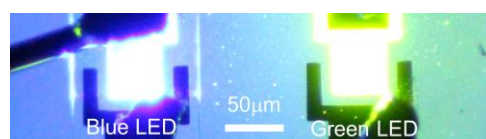


Fig.2 Electroluminescence of cascaded LEDs with TJs