p 型コンタクト層に *n*-ZnO トンネル層を有する AlGaN 系 *pn* ダイオードの作製及び電気的評価

Fabrication and electrical characterization of AlGaN *pn* diode with a *n*-ZnO tunnel layer at the *p*-type contact

電気通信大学 [1], °SUN ZHENG，森元 諄, 大黒 将也,田尻 武義, 内田 和男

University of Electro-Communications, S. Zheng, J. Morimoto, K. Daikoku, T. Tajiri and K. Uchida

E-mail: s1931074@edu.cc.uec.ac.jp

AlGaN 材料は、深紫外 LED などの紫外領域における光源への応用が期待されている[1,6]。AlGaN LED の高効率化に向けた様々な取り組み[2-4]が進められる中で、特に、p 型コンタクト層のホール濃度の改善においては、p 型層の隣に高濃度の n 型材料を成膜することでトンネル接合を形成し、バンド間トンネリングを介したホール注入の高効率化が一つの手法として検討されている[5]。近年では、トンネル接合部に、バンドギャップの狭い材料[2]やアイランド構造[3]を導入することで、低バイアス条件下でのホール注入効率の向上が報告されるようになった。トンネル接合部の材料・構造が様々に検討される一方で、他の材料系との組み合わせはあまり検討されていない。本研究では、GaN と同程度に広いバンドキャップを有し、高濃度の n 型ドーピングが可能な ZnO に新たに着目し、トンネル層としての応用可能性を検討した。p 型コンタクト側に p-GaN/n-ZnO トンネル接合を形成した AlGaN LED を作製し、電気的な評価を行ったので報告する。

本研究が対象とする LED の模式図を Fig. 1(a)(b)に示す。作製には、AlN をバッファ層としてサファイア（c 面）基板上に *n*-$Al_{0.3}Ga_{0.7}N$(2 μm)/*p*-$Al_{0.3}Ga_{0.7}N$(300 nm)/*p*-GaN(10 nm)を MOVPE 法により成長した基板を用いた。p 型ドーパントには Mg を使用し、500℃の水蒸気環境下で UV 光を照射することで活性化を行った。トンネル層を形成するために、RF スパッタリング法（RF 電力 50 W、基板温度 300 度、8 分）により *n*-ZnO 層（厚み 140nm、キャリア濃度 4.47 x $10^{20}cm^{-3}$）を、最上部の *p*-GaN 層上に成膜した。pn ダイオードのメサ構造の形成は、フォトリソグラフィと $Cl_2/BCl_3/Ar$ ガスを用いた反応性イオンエッチングにより行った。Fig. 1(a)に示すように、*n*-AlGaN 層と、*n*-ZnO 層の上部にそれぞれ電極を蒸着し、LED の電流ー電圧特性の測定を行ったところ、Fig. 1(c)のように整流性が確認された[2]。詳細は当日報告する。

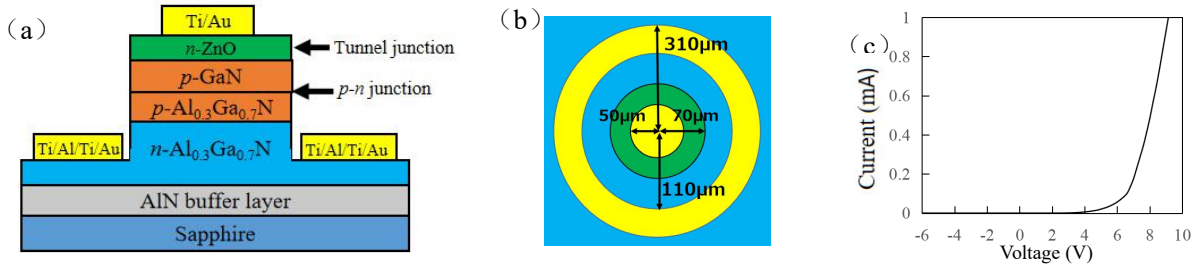

Fig. 1: (a) Cross section and (b) top views of studied AlGaN p-n diode with a n-ZnO tunnel layer. (c) I-V characteristics of a fabricated the p-n diode with the n-ZnO tunnel layer.

謝辞：本研究は JSPS 科研費 18K04226 の助成を受けたものです。

参考文献: [1] H.Hirayama. *et al*.,Jpn.J.Appl. Phys. **53** 100209(2014).**[2]**Y.Zhang,*et al*.,Appl.Phys.Lett.106.141103(2015).[3]M. Malinverni, *et al*., Appl. Phys. Lett. **107**, 051107 (2015).**[4]** Y. Zhang, *et al*., Appl. Phys. Lett. **109**, 121102 (2016).[5]Y. Kuwano, *et al*., Jpn. J. Appl. Phys. **52** 08JK12 (2013).[6]M.Kneissl,*et al.,*Nat. Photonics.**13,** 233 (2019).

© 2020年 応用物理学会