

高濃度 GaN:Ge スパッタ薄膜を用いたトンネル接合 LED の作製

Fabrication of tunneling junction LED with heavily Ge doped GaN

豊橋技科大¹, (株)アルバック², JST さきがけ³, 藤原慎二郎¹, 白井 雅紀², 高澤 悟², 関口寛人^{1,3}Toyohashi Tech¹, ULVAC, Inc.², JST PRESTO³, S. Fujiwara¹, M. Shirai², S. Takasawa², H. Sekiguchi^{1,3}e-mail : fujiwra-s@int.ee.tut.ac.jp , sekiguchi@int.ee.tut.ac.jp

GaN 系マイクロ LED は次世代ディスプレイや自動車用照明、バイオ応用と幅広い分野への応用が期待されている。マイクロ LED が集積化されるこれらのアプリケーションでは、より簡便で均一性が高く、大量生産を可能にするプロセス技術の開発が求められる。トンネルジャンクションによるコンタクト技術は抵抗の低減や光吸収損失の低減、アノードカソードで共通電極を用いることによるプロセスの簡便化を図ることができる。しかしながら、MOCVD 法によりトンネル接合を形成した場合には Mg アクセプタの活性化のための水素の外方拡散が主にデバイスの側面からとなるため Mg の活性化に時間がかかる。そこでトンネル接合形成後に活性化処理が必要とならないスパッタ法による n+-GaN 成膜に着目した。本研究では、高濃度 GaN:Ge スパッタ薄膜を用いたトンネル接合 LED を作製したので報告する。

Fig.1 に作製したトンネル接合コンタクトをもつ LED の構造図を示す。市販されている(0001) GaN-LED ウエハを用意し、1cm 角へとダイシングした 4 枚の試料を用意した。Ge ドープ濃度が LED に与える影響を調べるために、アルバック社にてスパッタ法を用いて異なる Ge 濃度をもつ GaN:Ge 薄膜をそれぞれの試料に 130 nm 堆積させた。本研究で用意した Ge ドープ濃度は $3.3 \times 10^{18} \sim 3.3 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の範囲である。アノードとカソードを分離するために誘導結合型反応性イオンエッチング(ICP-RIE)法にて 800nm エッチングした後、EB 蒸着器にてアノードとカソードの両電極を同時に成膜した。電極材料は Ti/Al/Ti/Au であり、それぞれの膜厚は 30 nm, 30 nm, 30 nm, 50 nm である。Fig. 2 に LED の電流-電圧特性の Ge 濃度依存性を示す。Ge 濃度が 3.3×10^{18} , $5.6 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ なる低 Ge 濃度の LED 試料では立ち上がり電圧は 2.85~2.9 V であったのに対し、Ge 濃度が 2.0×10^{20} , $3.3 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の高 Ge 濃度の LED 試料では 2.75 V と 0.1 V 程度低い傾向を示した。Fig. 3 に一例として直径 360 μm 、電流値 10 mA での発光像を示す。いずれの試料においても明るい発光像が得られ、いずれの試料においてもトンネル接合コンタクトを用いた LED が実現されたことが示された。

[1] K. Ueno, et al., *Appl. Phys. Express*, **10**, 101002, 2017.

【謝辞】本研究の一部は JST さきがけ(JPMJPR1885)、東海産業技術振興財団、内藤科学技術振興財団、光科学技術研究振興財団の援助を受けて行われた。

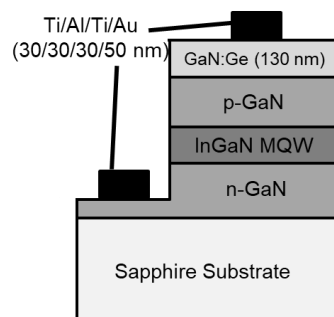


Fig.1 schematic diagram of GaN:Ge tunneling junction LED

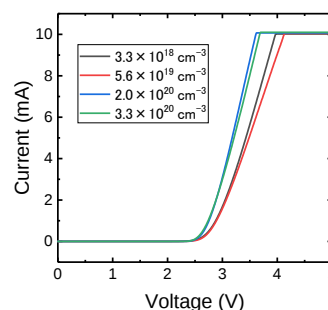


Fig.2 Ge concentration dependence of I-V characteristics

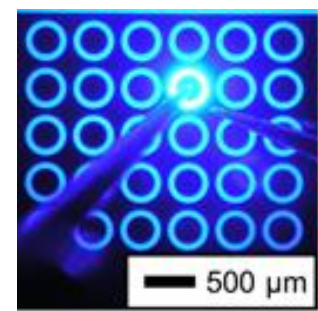


Fig.3 Emission image of LED with a diameter of 360 μm