

MOVPE 法を用いた GaN/AlN 共鳴トンネルダイオードの作製

Fabrication of GaN/AlN Resonant Tunneling Diode using MOVPE

名大院工¹, 名大未来研², 名大 VBL³, 赤崎記念研究センター⁴○岩田大暉¹, 隈部岳瑠¹, 渡邊浩崇², 久志本真希¹, 出来真斗³, 新田州吾²,
田中敦之², 本田善央², 天野浩^{2,3,4}Nagoya Univ.¹, IMASS, Nagoya Univ.², VBL, Nagoya Univ.³, Akasaki R.C.⁴○D. Iwata¹, T. Kumabe¹, H. Watanabe², M. Kushimoto¹, M. Deki³, S. Nitta²,
A. Tanaka², Y. Honda², H. Amano^{2,3,4}E-mail: iwata.daiki.m8@s.mail.nagoya-u.ac.jp

【背景】0.1~10 THz の周波数帯の電磁波であるテラヘルツ波は大容量通信やイメージングなど幅広い応用が期待されている。しかし、室温で動作する小型で高出力なテラヘルツ光源は実現されていない。共鳴トンネルダイオード(RTD)は室温動作可能かつ小型なデバイスであり、テラヘルツ光源として有力視されており、GaAs系RTDを用いた発振器では室温で1.92 THzと高周波での発振に成功している[1]。一方で、単体素子での出力が数 μW 程度と小さいことが課題である。そこで、発振器の高出力化に向け本研究では窒化物系RTDに着目した。GaN/AlNヘテロ接合を用いた場合、従来のGaAsよりも大きいバンドオフセットを有しているため高出力化が期待される。しかし、GaNの一般的な成長法であるMOVPE法で作製されたGaN/AlNRTDでは室温での再現性のある微分負性抵抗(NDR)は確認されておらず[2]、ヘテロ接合界面の急峻性やリーク電流などが原因として考えられる。本研究では、平坦な表面を比較的得やすいGaN自立基板上にMOVPE法を用いて作製したGaN/AlNRTDにおいて室温でNDRを実現したため報告する。

【実験方法】Fig.1に作製したGaN/AlNRTDのデバイス構造を示す。MOVPE法を用いてn型GaN自立基板上に障壁層をUID-AlN(1.5 nm)、井戸層をUID-GaN(2.5 nm)とするRTD構造を成長させた。障壁層と井戸層の界面の平坦性を原子間力顕微鏡により評価した。次に、素子分離のためICP-RIEにより直径が20, 50, 80 μm の円形のメサを形成した。電子線蒸着によりエミッタ・コレクタ電極としてTi/Al/Ti/Au(20 /100 /30 /150 nm)を蒸着し、RTDを作製した。半導体パラメータアナライザを用いて10 Kから300 Kまでの温度範囲で作製したRTDの電流電圧特性を測定した。

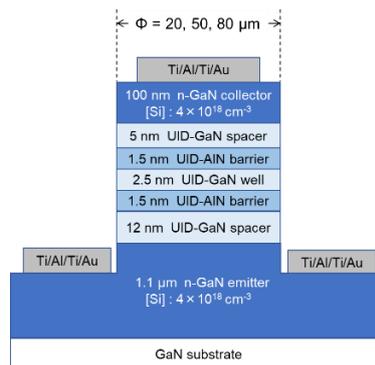


Fig.1 Schematic cross section of fabricated GaN/AlN RTD.

【実験結果】作製したGaN/AlNRTDの電流電圧特性をFig.2に示す。10 Kから300 Kまで12 V付近で明瞭なNDRを確認した。NDRの性能を示すピーク電流とバレー電流の比(PVCR)は10 Kでは1.98, 300 Kでは1.12であり温度の上昇に伴いPVCRが減少した。また、Fig.3に示すようにメサの面積に比例してPVCRが減少する傾向を確認した。この原因として、リーク電流の増加や自己発熱によるバレー電流の増加[3]などが考えられる。

【謝辞】本研究・セミナーはJSPS-DST 二国間交流事業[JPJSBP120207711]による支援を受けたものです。

【参考文献】[1] T. Maekawa et al., Appl. Phys. Express **9**, 024101 (2016). [2] C. Bayram et al., Appl. Phys. Lett. **96**, 042103 (2010). [3] Tyler A. Growden et al., Appl. Phys. Lett. **114**, 203503(2019).

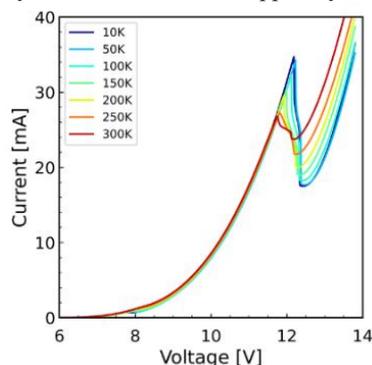
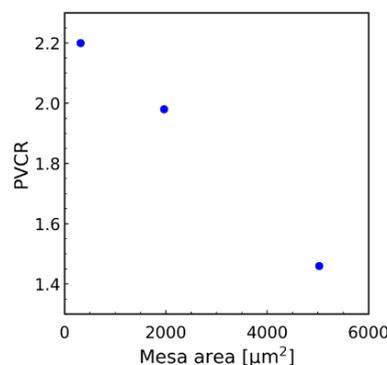
Fig.2 Temperature dependent I-V curves extending from 10 to 300 K of GaN/AlN RTD. ($\Phi=50 \mu\text{m}$)

Fig.3 Dependence of PVCR on mesa size of GaN/AlN RTD at 10 K.