改良型 Na フラックス GaN 単結晶内の単独転位における漏れ電流特性評価

Leakage current analysis for dislocations in the modified Na-flux GaN single crystal 阪大院基礎工¹, 阪大院工²

O(M1)濱地 威明¹, 竹内 正太郎¹, 藤平 哲也¹, 今西正幸², 今出 完², 森 勇介², 酒井 朗¹ Grad. Sch. of Eng. Sci., Osaka Univ.¹, Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.²

^oT. Hamachi¹, S. Takeuchi¹, T. Tohei¹, M. Imanishi², M. Imade², Y. Mori², and A. Sakai¹ E-mail: takeuchi@ee.es.osaka-u.ac.jp

【背景】近年、結晶育成技術の加速度的な進展により、高品質な GaN バルク単結晶が実現されて いる。高性能な次世代 GaN 系パワーデバイスを実現するには、GaN 結晶内単独転位に起因した漏 れ電流特性の解明が最重要課題となっている。前回、我々は Na フラックスーポイントシード結合 成長法により作製した GaN 単結晶における単独転位に起因した漏れ電流特性の結晶領域依存性及 び伝導機構を解明した¹。特に c 面成長が支配的となる結晶領域 (c-growth sector: cGS) での漏れ 電流値が最小値を示すことを見出した。今回、結晶表面が cGS のみで構成される、改良型 Na フ ラックス GaN 単結晶の単独転位における電気的特性を、電流検出型原子間力顕微鏡法(C-AFM) により計測した。本報告ではその評価結果について議論する。

【実験方法】改良型 Na フラックス GaN 表面の貫通転位箇所を特定するため、化学エッチング処 理を行い、エッチピット(EP)を露呈させた(図 1)。集束イオンビーム加工装置により EP 内に Pt 微細電極を作製し(図2)、大気中でアニール処理を行った。その後、電極を含む領域に対して、 C-AFM により表面形状・電流像・電流ー電圧 (I-V) 測定を行い、各 EP 周辺部における漏れ電 流特性を計測した。なお、本測定系では、探針は接地し、電圧は試料に印加した。

【結果】図 3(a)-(b)に示した、EP3 における-0.7 V 時の表面形状・電流像から、微細 Pt 電極部で電 流がほぼ一様に生じていることが分かる。図 3(c)は EP1-EP3 の電極部で得られた局所領域におけ る I-V 特性である。Pt/GaN 界面をショットキー接触とした場合、順バイアス領域では、EP1-EP3 における理想因子(n値)が、それぞれ 1.26、1.79、1.12 と求まり、また、EP 径が小さい程、閾 値電圧が大きくなる傾向を示した。逆バイアス領域では、EP2 でのみ漏れ電流が生じていた。EP1 と EP3 においては、高電界下でも漏れ電流は検出限界以下であり、改良型 Na フラックス GaN 上 のダイオードでは全般的に漏れ電流が少なく、優れた耐圧性を示すことから、C-AFM での評価は 漏れ電流源を加速的に調査可能な手法であることを示唆している。EP による n 値や漏れ電流特性 の違いは、EP下の転位形態の違いに起因していると考えられる。発表当日は、逆方向漏れ電流伝 導機構と転位形態の関連性について詳細に議論する。

<謝辞:本研究は、科学技術振興機構 J121052565 と JSPS 科研費 JP16H06423 の助成を得て行われた> 【参考文献】1. 濱地威明 他, 6p-A301-11, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会(2017).





Fig. 3. (a) Topographic and (b) current images at a voltage of -0.7 V applied to the Fig. 2. SEM images of (a) before and (b) after sample around Pt electrodes formed in EP3. (c) I - V properties of the Schottky fabricating the Pt electrode on a dislocation-related EP. contact obtained at the specific position on each Pt electrode of EP1, EP2 and EP3.