

## 特異的に大きなリーク電流を生じた GaN 基板中 $b=1c$ らせん転位における ショットキー接触の $I-V-T$ 特性解析

Analysis of  $I-V-T$  characteristics of a Schottky contact formed on a screw dislocation with  $b=1c$  inducing the significant leakage current in a GaN substrate

阪大院基礎工<sup>1</sup>, 阪大院工<sup>2</sup> ◦濱地 威明<sup>1</sup>, 藤平 哲也<sup>1</sup>, 林 侑介<sup>1</sup>,  
宇佐美 茂佳<sup>2</sup>, 今西 正幸<sup>2</sup>, 森 勇介<sup>2</sup>, 酒井 朗<sup>1</sup>

Grad. Sch. of Eng. Sci., Osaka Univ.<sup>1</sup>, Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.<sup>2</sup>

◦T. Hamachi<sup>1</sup>, T. Tohei<sup>1</sup>, Y. Hayashi<sup>1</sup>, S. Usami<sup>2</sup>, M. Imanishi<sup>2</sup>, Y. Mori<sup>2</sup>, and A. Sakai<sup>1</sup>

E-mail: sakai@ee.es.osaka-u.ac.jp

【背景】 GaN 系パワーデバイスの信頼性を向上させる上で、結晶中のリークパスとなる貫通転位を同定し、リーク発生機構を解明することは重要な課題である。今回我々は、異なるバーガスベクトル ( $b$ ) を有する個々の貫通転位直上に形成した微小ショットキー接触の電気特性評価により、 $b=1c$  を有するらせん転位の中に、特異的に大きな逆方向リーク電流が生じる転位が極少数存在することを見出した。本研究では、このらせん転位部ショットキー接触のリーク電流伝導機構を明らかにすることを目的とし、単一貫通転位部ショットキー接触における電流-電圧-温度 ( $I-V-T$ ) 特性を計測・解析した結果を報告する。

【実験】 Na フラックス GaN 基板の上にハイドライド気相成長 (HVPE) 法で育成した n 型 GaN バルク結晶を、研磨により HVPE 層のみの GaN 基板 (キャリア濃度  $1.66 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) とした後、ウェットエッチングで  $c$  面の貫通転位部にエッチピット (EP) を形成した。スパッタリングで  $c$  面にオーミック電極形成後、 $c$  面上の複数の EP に集束イオンビーム加工装置で白金 (Pt) を埋め込み、多数の微小 Pt/GaN ショットキー接触を形成した。電流検出型原子間力顕微鏡により室温下で各  $I-V$  特性を計測し、過剰なリーク電流を生じる転位を見出した後、これを含む幾つかの単独転位ショットキー接触にて  $I-V-T$  測定を実施した。転位の  $b$  (種類) は EP サイズに基づき推定<sup>1</sup>、又は C-AFM 測定後に透過電子顕微鏡で同定した。

【結果および考察】 図 1(a)と(b)は、それぞれ特異的に大きなリーク電流を生じた  $b=1c$  らせん転位 (大リークらせん転位) と、リーク電流が比較的抑制されていた  $b=1c$  らせん転位直上のショットキー接触で取得した  $I-V-T$  特性である。図 1(c)と(d)には、それぞれのリーク電流値の温度依存性を示す。両らせん転位共に、温度依存性は低温・高電圧条件下ほど弱く、高温・低電圧条件下ほど強くなる傾向が見られた。詳細な解析により、いずれのらせん転位も、温度依存性が特に弱い領域 A では Fowler-Nordheim トンネリング (FNT) 機構<sup>2</sup>、高温側の領域 B では Poole-Frenkel 放出 (PF) 機構<sup>2</sup> が支配的なリーク電流伝導機構であることが分かった。大リークらせん転位でのみ、領域 B よりもさらに低い電圧域 (図 1(c)の領域 C) で PF 機構では説明できないリーク電流が生じており、これはトラップアシストトンネリング (TAT) 機構<sup>3</sup>で生じていることが明らかとなった。当日は、他の  $b$  を有する転位における  $I-V-T$  解析結果も合わせて、大リークを生じたらせん転位に特有のリーク電流伝導メカニズムを議論する。

<謝辞：本研究は JST ALCA (JPMJAL1201) と JSPS 科研費 (JP16H06423) の助成を得て行われた>

【参考文献】 1. T. Hamachi *et al.*, J. Appl. Phys. **129**, 225701 (2021). 2. S. M. Sze *et al.*, *Physics of Semiconductor Devices*, 3rd ed. (Wiley, Hoboken, 2007). 3. K. Fu *et al.*, IEEE J. Electron Devices Soc. **8**, 74 (2020).

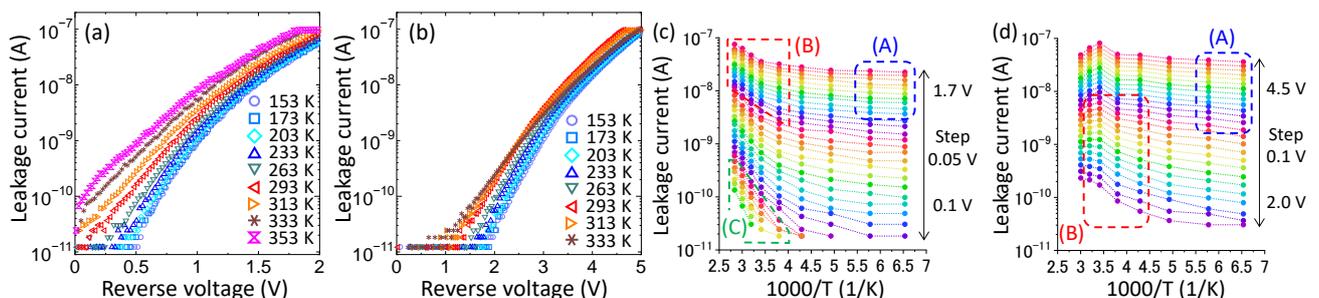


Fig. 1. (a,b) Reverse  $I-V-T$  characteristics and (c,d) leakage current value versus  $1000/T$  plots for different reverse voltages of Schottky contacts formed on individual threading screw dislocations with  $b=1c$  showing (a,c) significantly large and (b,d) comparably small leakage currents. In (c) and (d), the leakage current conduction in regions A, B and C were revealed to be dominated by FNT, PF and TAT mechanisms, respectively.