

HVPE-GaN 自立基板の貫通転位における ショットキー接触の電気特性と微細構造の対一評価

One-to-one evaluation of electrical properties of Schottky contact and micro structure
for individual threading dislocations in a free-standing HVPE-GaN substrate

阪大院基礎工¹, 阪大院工² ○濱地 威明¹, 藤平 哲也¹, 林 侑介¹,

今西 正幸², 宇佐美 茂佳², 森 勇介², 酒井 朗¹

Grad. Sch. of Eng. Sci., Osaka Univ.¹, Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.²

○T. Hamachi¹, T. Tohei¹, Y. Hayashi¹, M. Imanishi², S. Usami², Y. Mori², and A. Sakai¹

E-mail: u679849k@ecs.osaka-u.ac.jp

【背景】GaN はその優れた物性値から次世代パワーデバイス用基板として期待されている。しかし、結晶に残存する貫通転位が起因してデバイス中に漏れ電流を生じることがあり、GaN パワーデバイス実用化に向けた主要な問題の一つとなっている。従来、電流漏れ現象は転位種と関連することが報告されているものの、転位のバーガスベクトル (b) や傾斜方向、点欠陥の集積等もその電気特性に関与する可能性が示唆されており[1-4]、詳細な電流漏れメカニズムは依然解明されていない。そこで、今回我々は個々の貫通転位におけるショットキー特性を計測したうえで、その微細構造解析を行うことにより、転位の b 毎のショットキー特性及び漏れ電流特性を評価した。

【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 GaN をホモエピタキシャル成長させた後、 $\pm c$ 面の化学機械研磨を行い、HVPE 層のみから成る膜厚約 200 μm の n 型 GaN 自立基板 (Si-doped, 貫通転位密度 $6.6 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$) とした。化学エッチングで貫通転位表面に露呈した逆六角錐形状のエッチピット (EP) に、集束イオンビーム (FIB) 加工装置で白金を埋込み、転位に電界集中しやすい 3 次元的ショットキー接触を形成した (図 1)。- c 面をインジウムで導通させ、電流検出型原子間力顕微鏡により室温下で白金電極部の電流-電圧特性を計測した後、FIB で転位箇所を抽出し、透過電子顕微鏡を用いた大角度収束電子回折法 (LACBED) で b を同定した。

【結果および考察】図 2 に貫通転位毎のショットキー接触で得られた電流密度-電圧 (J - V) 特性と、LACBED で同定した各転位の b を示している。 $b=1m+1c$ という特異的に大きな b を有する転位[5]で最も大きな逆方向漏れ電流が生じた。それぞれの b について複数の転位で電気測定を行い、順方向の特性からショットキーバリア障壁 (ϕ_b) と理想係数 (n) を求めた。図 3 は b の大きさに対して ϕ_b と n をプロットした結果である。 n は 1.13~1.81 の値となった。 $b=1m+1c$ 転位の平均的な ϕ_b は、 $b=1a+1c$ 及び $1c$ 転位の平均的な ϕ_b と比べて約 0.27~0.29 eV 小さいことが明らかとなり、 $b=1m+1c$ 転位で生じた大きな漏れ電流は、その低いショットキーバリア障壁に起因することが示唆された。<謝辞：本研究は JSTALCA (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.*, JJAP **58**, SCCB23 (2019). 2. S. Usami *et al.*, APL **112**, 182106 (2018). 3. T. Nakano *et al.*, APL **117**, 012105 (2020). [4] Y. Yao *et al.*, JCG **468**, 484 (2017). [5] T. Hamachi *et al.*, JAP, **129**, 225701 (2021).

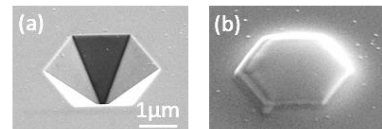


Fig. 1. Bird's-eye view of scanning electron microscopy images of a typical EP (a) before and (b) after fabrication of the platinum/GaN Schottky contact.

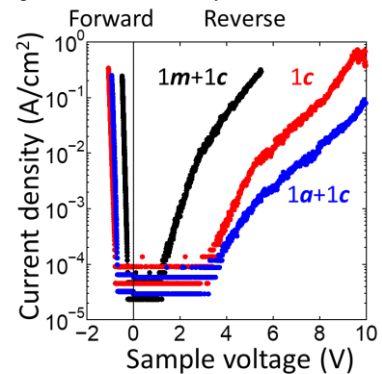


Fig. 2. Typical J - V characteristics obtained at the Schottky contacts for threading dislocations with $b=1m+1c$, $1a+1c$ and $1c$.

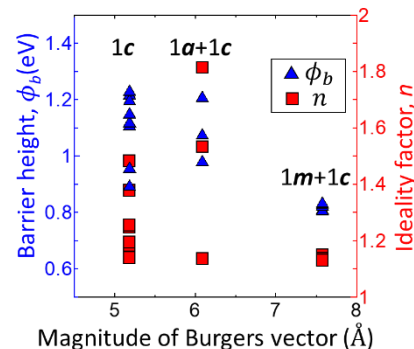


Fig. 3. Barrier height and ideality factor of Schottky contacts formed at individual threading dislocations as a function of magnitude of their Burgers vector.