Na-flux-GaN 上に育成した HVPE-GaN バルク単結晶における貫通転位の形態と漏れ電流特性の評価

Investigation of morphology and current leakage properties for individual threading dislocations in a HVPE-GaN bulk single crystal grown on a Na-flux-GaN crystal

阪大院基礎工 [1]，阪大院工 [2]　○(D1) 濱地 威明 [1]，藤平 哲也 [1]，林 侑介 [1]，
今西 正幸 [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. Hamachi[1], T. Tohei[1], Y. Hayashi[1], M. Imanishi[2], Y. Mori[2], and A. Sakai[1]
E-mail: u679849k@ecs.osaka-u.ac.jp

【背景】高い品質と信頼性を有する GaN 基板結晶及びデバイスの実現には，貫通転位密度の低減だけでなく，転位で生じる電流漏れ現象機構の解明が強く求められる．先行研究では，電流漏れ現象は転位種と関連することが示唆されているが，決定的な要因は未だ明らかとなっていない．我々は，前回までの応用物理学会で，Na-flux 法やハイドライド気相成長（HVPE）法で育成した GaN バルク単結晶中の貫通転位における漏れ電流が，転位周辺の結晶成長様式 [1] や，転位自体の伝播形態・バーガースベクトル [2] の違いに関連することを報告した．今回は Na-flux-GaN 上に育成した高品質な HVPE-GaN に注目し，貫通転位の形態及び電気特性の評価を行ったので報告する．

【実験】Na-flax-GaN 基板部をカットし, HVPE-GaN のみで構成された自立基板結晶（膜厚~200 μm, 貫通転位密度≦1×10^6 cm^{-2}）を用いた. 化学エッチングで表面の貫通転位箇所をエッチピット（EP）として露呈させ，3 つの EP 内部に Pt を埋込み，ショットキー的接触を形成した後（図 1），電流検出型原子間力顕微鏡（C-AFM）により，個々の貫通転位の電流－電圧（*I-V*）特性を計測した．また，多光子励起顕微鏡（MPPL）により，結晶内部の貫通転位形態を 3 次元的に観察した．

【結果および考察】MPPL 解析より，貫通転位の EP サイズと伝播挙動の間に関連性が見られ，大サイズの EP（L-EP）直下の転位は c 方向にほぼ平行に直線伝播する一方，中サイズの EP（M-EP）直下の転位は蛇行伝播する傾向が見出された（図 2）．EP サイズ毎の存在割合や，EP サイズと転位形態の関連性が，サファイヤ基板上 HVPE-GaN における結果 [2] と類似していることから，バルクの HVPE-GaN における EP サイズと転位形態の関連性は，基板材料にはあまり依存しないことが示唆された. *I-V* 特性より, M-EP3 での逆方向漏れ電流量が, EP サイズが同等の M-EP2 や L-EP1 に比べて大きいことが分かる（図 3）．この結果には，転位のバーガースベクトルやショットキー界面近傍の転位伝播形態の違いが関連していることが推察される．当日は，転位の詳細な結晶構造と漏れ電流特性の関連性について議論する．

<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.*, JJAP **58**, SCCB23 (2019).　2. 濱地威明　他，21a-E310-5，第 80 回応用物理学会秋季学術講演会（2019）.

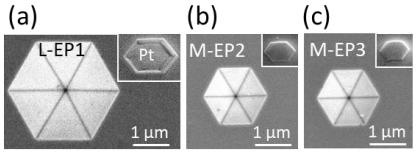

Fig. 1. SEM images of (a) L-EP1, (b) M-EP2 and (c) M-EP3. Insets show Pt electrodes formed on the EPs.

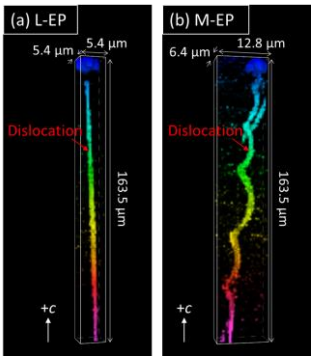

Fig. 2. Typical three-dimensional images of threading dislocations under (a) L-EP and (b) M-EP observed by MPPL.

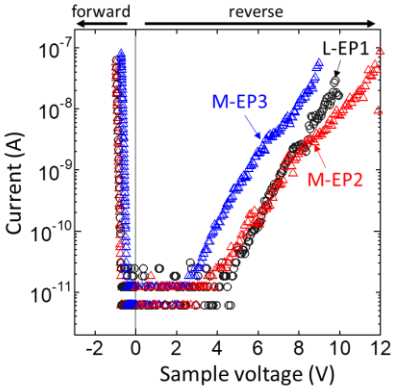

Fig. 3. *I-V* characteristics obtained at L-EP1, M-EP2 and M-EP3 by C-AFM.