

Na₂O₂ を添加した溶融 KOH エッチングおよびカソードルミネッセンス・マッピングによる HVPE 法 GaN 単結晶の転位評価

Evaluation of dislocations in HVPE GaN single crystal by KOH etching with Na₂O₂ additive and cathodoluminescence mapping

○姚 永昭¹、石川 由加里^{1,2}、菅原 義弘¹、横江 大作¹、須藤 正喜²、岡田 成仁³、只友 一行³
(1. JFCC、2. 名工大、3. 山口大院)

○Yongzhao Yao¹, Yukari Ishikawa^{1,2}, Yoshihiro Sugawara¹, Daisaku Yokoe¹, Masaki Sudo², Narihito Okada³, Kazuyuki Tadatomo³ (1. JFCC, 2. Nagoya Institute of Technology, 3. Yamaguchi Univ.)

E-mail: y_yao@jfcc.or.jp

GaN 単結晶における種々の貫通転位（刃状、らせんおよび混合転位）を全て検出・分類する技術が結晶成長や素子不良解析に重要である。特に、低コストかつ広い面積に実施可能な化学エッチング法は強く求められている。しかしながら、従来の溶融 KOH・NaOH エッチング[1]や H₂SO₄・H₃PO₄ 酸エッチングでは、エッチピットの形成が試料成長方法やドーピングに強く依存するため、転位種の判別が難しいという問題がある。本研究では、強い酸化剤である Na₂O₂ を添加した溶融 KOH エッチングを用い、HVPE 法 GaN 単結晶の貫通転位の検出・分類に成功し、その結果を CL マッピングで得た転位のキャリア再結合強度と比較した。

実験用 GaN 単結晶はサファイア基板上に HVPE 法で作られ[2]、成長後の降温中に自然剥離で自立結晶になったものである。JSM-7800 SEM/CL 装置（3kV、1nA）にて CL 測定を行った後、KOH+Na₂O₂ エッチングを実施した。

図 1 に同一場所のエッチピット像と CL 像の比較を示す。KOH に強い酸化剤である Na₂O₂ を添加することにより、結晶の方位や欠陥周囲の歪みに強く依存する選択的異方性エッチングが促進される。その結果、転位のバーガースベクトルの大きさを反映するエッチピットが形成される。図 1 のように、エッチング後の GaN 表面に、サイズ及び深さの異なる六角形エッチピットが観察され、大（L：六角形[11-20]方向対角線長さ約 0.90 μm）、中（M：0.53 μm）、小（S：0.33 μm）、及び浅いピット（SH）の四種類に分類できる。L、M、S ピットはそれぞれ混合、らせん、刃状転位と対応すると思われる。SH ピットの起因は不明である。CL 像と比較すると、L、M、S ピットは CL の暗点と 1 対 1 の位置相関があり、M ピットに対応する暗点が最も暗い。この結果から、M ピット直下に存在する転位周囲のキャリア再結合が最も強いとわかった。SH ピットは CL 暗点と対応しない。現在、各種のエッチピットの直下にある転位の構造を TEM で解析しており、その結果については、会場で報告する予定である。

謝辞 本研究は科学技術振興機構（JST）スーパークラスタープログラムにて実施したものである。CL 実験にて多大なるご協力をいただいた名工大大型設備基盤センター種村教授、柳原氏、市川氏に深謝する。

参考文献

- [1] J. L. Weyher, Superlattice Microst., 40, 279, (2006).
- [2] K. Yamane, M. Ueno, H. Furuya, N. Okada, K. Tadatomo, J. Cryst. Growth, 358, 1, (2012).

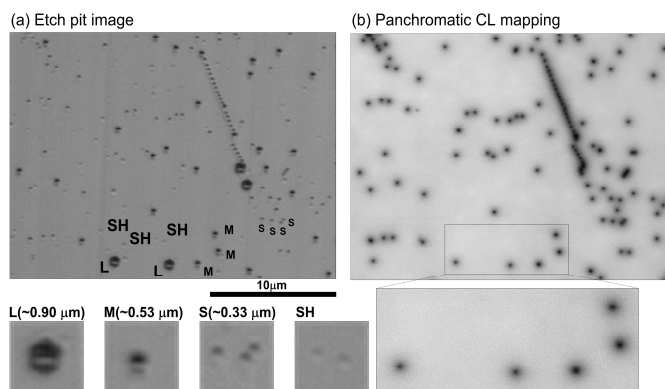


図 1 同一場所のエッチピット像と CL 像の比較