Na フラックスポイントシード法により作製した 大口径 GaN 結晶における転位の対消滅

Dislocation Annihilation in a Large-Diameter GaN Crystal Grown on Point Seeds by the Na-Flux Method

阪大院工1, 阪大レーザー研2

 O今西 正幸¹, 奥村 加奈子¹, 中村 幸介¹, 垣之内 啓介¹, 北村 智子¹, 村上 航介¹, 吉村 政志¹,², 森 勇介¹

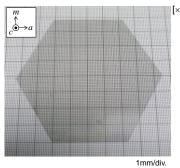
 1. Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ., 2. ILE, Osaka Univ.

°M. Imanishi¹, K. Okumura, K. Nakamura¹, K. Kakinouchi¹, T. Kitamura, K. Murakami¹, M. Yoshimura¹,², and Y. Mori¹

E-mail: imanishi@eei.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】GaN 系窒化物半導体のパワーデバイス分野への応用、光デバイス分野における更なる普及のためには、低転位かつ安価な GaN ウエハが必要とされ、バルク GaN 結晶への期待は大きい。我々は Na フラックスポイントシード法を用いて低反りかつ低転位 GaN 基板を作製している[1]。当該手法ではファセット面が顕著に出現するため、酸素不純物取り込み量が多く、格子定数が拡張することが問題であった[2]。近年ポイントシード法に Flux film coated (FFC) 法を組み合わせた新技術により、ファセット面成長を抑制し格子定数が均一な GaN ウエハを得ることに成功した[3]。本研究では当該新手法を用い直径約 80 mm の大口径 GaN 結晶を作製したことに加え、結晶中における転位挙動を調査したので報告する。

【実験と結果】4 インチロ径のサファイアウエハ上に多数の GaN ポイントシードが配置された 基板を種結晶として用いた。新技術による成長後、対角長さが約 90 mm の六角形状 GaN 結晶(研磨後ウエハ像を Fig. 1 に示す)が得られた。Fig. 2 に示す様に、0002 回折 X 線ロッキングーブ(XRC)を a 軸に平行、かつ 10 mm 間隔で 9 か所測定したところ、半値幅はいずれも 30 arcsec ~ 40 arcsec と全面で均一な品質であることが分かった。 XRC ピークシフト量から見積もる曲率半径は 24 m ~ 28 m であった。 当該 GaN 結晶表面での転位密度を多光子励起フォトルミネッセンス(MPPL)像により評価したところ、 10^3 cm⁻² $\sim 10^5$ cm⁻² であった。結晶中における転位挙動を詳細に調査した結果、成長初期段階においては 10^6 cm⁻²以上の密度で転位が存在するが、Fig. 3 に示す MPPL 像の様に百ミクロンスケールで離れた転位同士の対消滅により減少していることが明らかになった。



4(sd 3)
320mm
-30mm
-20mm
-10mm
-10mm
-20mm
-10mm
-20mm
-30mm
-40mm
-10mm
-20mm
-10mm
-20mm
-10mm
-20mm
-10mm
-20mm
-10mm
-10mm
-20mm
-10mm
-20mm
-10mm
-10mm
-10mm
-20mm
-10mm
-10mm
-10mm
-20mm
-10mm

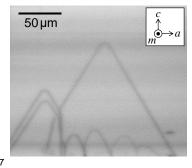


Fig. 1 GaN crystal obtained with the advanced point seed technique.

Fig. 2 X-ray rocking curves from 0002 reflection measured with 10-mm interval along a direction.

Fig. 3 MPPL image taken in the cross section of a GaN crystal, showing the annihilation of dislocations separated by more than 10 µm.

【参考文献】

- [1] M. Imade et al., Appl. Phys. Express 7, 035503 (2014).
- [2] M. Imanishi et al., Cryst. Growth Des. 17, 2806 (2017).
- [3] M. Imanishi et al., Appl. Phys. Express 12, 045508 (2019).