

HVPE-GaN 結晶上に形成したビッカース圧痕周囲の転位構造

Dislocation structure around Vickers indentations on HVPE-GaN

JFCC °石川由加里, 菅原義弘, 横江大作, 姚永昭

JFCC, °Yukari Ishikawa, Yoshihiro Sugawara Daisaku Yokoe, Yong-Zhao Yao

E-mail: yukari@jfcc.or.jp

1. はじめに

ワイドバンドギャップ半導体の多くは六方晶で、化学的安定性が高く、高硬度・脆性材料の特徴を有しているためウエハ加工効率が低い。また、加工変質層を適切に除去するエッチャントがないため、次の加工工程で除去せざるを得ない。しかし、加工変質層厚の正確な評価が困難なため、多めに除去することで信頼性を確保している。すなわち、高価な結晶を高コストな加工法で過剰に加工せざるを得ずコスト削減が課題となっており、加工変質層の構造や導入メカニズムに関する理解が求められている。本研究では、加工導入欠陥の構造と形成メカニズムを理解することを目的に GaN 結晶にビッカース圧痕を形成したモデル材料を作製し、圧痕形状とその周囲の転位の 3 次元構造の評価を実施した。

2. 実験方法

市販の HVPE-undoped GaN 自立基板の(0001)Ga 面にアカシ製マイクロビッカース硬度計 HM-115 型を用いてビッカース圧痕を形成した。ビッカース圧子の稜線が[11-20]と平行になる配置と[11-20]と 45° になる配置をとった。荷重は 2, 5, 10, 25, 50, 100g の 6 水準とした。ビッカース圧痕の形状はレーザー顕微鏡で、ビッカース圧痕周囲の転位構造は、多光子顕微鏡[1]と透過型電子顕微鏡で観察した。多光子顕微鏡観察時の励起と発光検出にはそれぞれ 820nm、370nm のバンドパスフィルターを用いた。透過電子顕微鏡観察には FIB マイクロサンプリング法でビッカース圧痕周辺の転位の平面および断面を抽出し、透過型電子顕微鏡で $g \cdot b$ 観察した。

3. 結果

ビッカース圧痕周辺に発生した転位は表面から大きく 3 つの構造を有していることが分かった。表面近傍にはビッカース圧痕を挟んで rosette arm[2]と呼ばれる<11-20>に平行な直線状の転位線の束があった。その下には、基底面に乗っていると思われる転位ループがあり、<11-20>に平行に伸びる花弁状で複雑な構造をとった。3 つの構造のうち本ループの面内広がり最も大きい。さらにその下にはピラミダル面に乗っていると思われる単純な転位ループが確認された。本構造と類似な欠陥構造は研削した SiC 結晶[3]や遊離砥粒切断した SiC 結晶[4]で確認されている。

上記の構造は、実験した範囲では荷重の大小、クラックの発生の有無、ビッカース圧子の配置によらず相似で荷重が大きくなるに伴って構造も拡大した。花弁状の転位ループの面内径とビッカース圧痕のサイズ(対角線長さ)の比は荷重に依らずほぼ一定となった。

各深さ領域における転位のバーガースベクトルの向きの解析等詳細は当日報告する。

謝辞 本研究の一部は科研費(17K05049)および知の拠点あいち重点研究プロジェクトの助成を受けて実施したものである。

[1] T. Tanikawa, et al., Appl. Phys. Express 11(2018)031004.

[2] I. Ratschinski, et al., J. Phys.: Conf. Ser. 281(2011)012007.

[3] S. Tsukimoto, et al., J. Elec. Materi. 47(2018)6722.

[4] Y. Ishikawa, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 53(2014)81301.