

HVPE-GaN(0001) 基板に Vickers 圧入で生じた転位構造

Dislocation structure induced by Vickers indentation on HVPE-GaN(0001) substrate

一財) ファインセラミックスセンター °石川由加里, 横江大作, 菅原義弘, 姚永昭

Japan Fine Ceramics Center °Yukari Ishikawa, Daisaku Yokoe, Yoshihiro Sugawara, and YongZhao

Yao

E-mail: yukari@jfcc.or.jp

ワイドバンドギャップ半導体である SiC, GaN, AlN 等はパワーデバイスの基材として注目を集めておりその品質向上は、歩留まりや信頼性の向上に大きく寄与する。基材の品質は結晶成長技術の向上だけではなく加工技術の向上を要する。ワイドバンドギャップ半導体の多くは高硬度かつ脆性材料であるため加工効率が低い、加えて化学的に安定なため加工変質層を適切に除去するエッチャントがないため前加工で生じた加工変質層を次工程で除去せざるを得ない。加工変質層厚は断面 TEM, 断面 EBSD 等の破壊試験法で決められてきたが、得られた加工変質層厚と実際の適切な除去量の間には大きな乖離があった。表面形状 (表面粗さ) から判断する非破壊方法も取られているが、平坦化は必ずしも加工変質層の除去を意味しない。本研究では、加工工程のひとつである押し込みのモデル実験として GaN 基板に Vickers 圧入し、形成した圧痕形状とその周囲の転位の 3 次元広がり調べ、圧痕サイズから転位構造のサイズを推定可能なことを示した。

市販の HVPE-undoped GaN(0001) 自立基板にビッカース圧子の稜線が [11-20] と平行となる様に配置し、荷重は 20-980mN とした。圧痕は荷重当たり 10 点以上形成し、圧痕間の距離は圧痕の対角長さの 25 倍以上とした。圧痕の形状は共焦点レーザー顕微鏡および走査型電子顕微鏡、ビッカース圧痕周囲の転位構造は多光子励起顕微鏡、STEM、TEM で観察した。

圧痕周囲に発生した転位構造は表面から 6 方向の $\langle 11-20 \rangle$ に平行な転位線の束からなる rosette arm 構造 [Fig.1 a)], 基底面上で 6 方向の $\langle 11-20 \rangle$ に長さの異なる平行な転位線のペアとそれを結ぶハーフループで構成された花卉状のパターン [Fig.1c-d)], 圧痕直下に伸びる $\{11-22\}$ ピラミダル面上の $c+a$ らせん転位群からなる領域 (断面観察では三角形) の 3 つの構造を取ることが分かった。上記の構造は、荷重の大小、クラックの発生の有無によらず相似であり、荷重の増加とともに拡大した。rosette arm の最大径、花卉状パターンの最大径、 $c+a$ らせん転位群の最大深さはいずれもビッカース圧痕の対角長さと同様の比例関係を有し、比例定数はそれぞれ、4, 8, 1 であった。本結果は、スクラッチ幅から非破壊で加工変質層厚の推定が可能であることを示唆する。

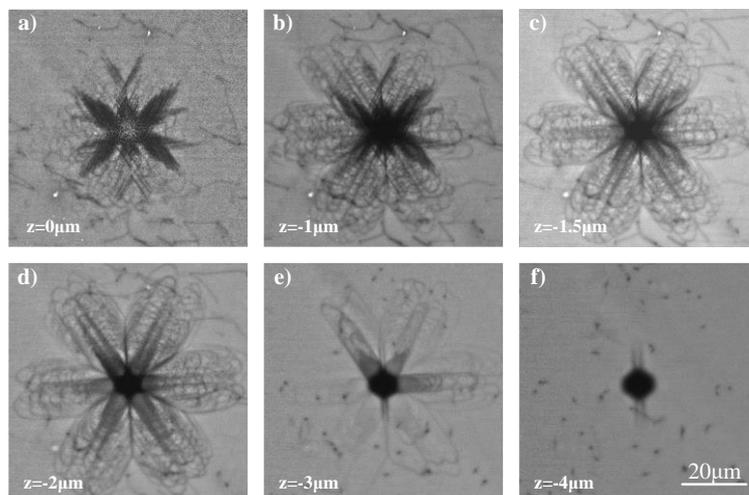


Fig.1 Multi photon PL images of the same area around Vickers indentation. Focus was shifted from the surface a) to inside f).

謝辞 本研究の一部は科研費 (20K05176)、大倉和親記念財団、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。