

## GaNによるpn接合ダイオード中の光学的手法および電気的手法による欠陥評価

Defects observation in GaN pn junction diodes by optical and electrical property

名古屋大未来研<sup>1</sup>, 名古屋大高等研究院<sup>2</sup>, 物材機構<sup>3</sup>, 名古屋大工<sup>4</sup>, 名古屋大VBL<sup>5</sup>, 名古屋大ARC<sup>6</sup> ○本田善央<sup>1,2</sup>, 田中敦之<sup>1,3</sup>, (M1)川崎晟也<sup>4</sup>, 出来真斗<sup>1</sup>, 天野浩<sup>1,3,5,6</sup>

IMaSS, Nagoya Univ.<sup>1</sup>, IAR, Nagoya Univ.<sup>2</sup>, NIMS<sup>3</sup>, Dept. of Electronics, Nagoya Univ.<sup>4</sup>, VBL, Nagoya Univ.<sup>5</sup>, ARC, Nagoya Univ.<sup>6</sup> ○Yoshio Honda<sup>1,2</sup>, Atsushi Tanaka<sup>1,3</sup>, (M1)Seiya Kawasaki<sup>4</sup>, Manato Deki<sup>1</sup>, Hiroshi Amano<sup>1,3,5,6</sup>

E-mail: honda@nagoya-u.jp

多光子励起においては、固体中に高光密度のレーザーを照射することで起きる光吸収の非線形性を利用する。バンドギャップより小さいエネルギーを持った光源を利用するため、集光点以外では光吸収が起きず、一方集光点のみで光吸収を起こすことが可能となる。つまり、サンプルの内部に電子正孔対を注入することが可能であり、空間的な計測を可能とする。窒化物半導体においては、転位が非発光センターとして働くことを利用してPLの暗部として捉えることで、結晶内の転位の可視化に成功し、伝搬の全体像を捉えることが可能となった。本手法では転位種の同定までは難しいが、他の計測手法と組み合わせることでデバイス性能の評価に効果を発揮する。

我々はこれまでにpn接合ダイオードにおけるキラ欠陥同定を行うために、多光子顕微鏡による欠陥の結晶内部での可視化技術と欠陥分析技術を融合した評価を行ってきた。GaN基板上に作製したpinダイオードの逆方向電圧印加時のリーク電流発生箇所をエミッション顕微鏡により確認した。このサンプルに対して、熔融KOHを用いてエッチピットの作製を行い、リークと転位の関係を明らかにした。Figure 1にエッチング後の試料表面写真と、リーク箇所(赤○)と大サイズエッチピット(青○)を示している。リーク箇所には、多くの場合大ピットが発生している。この部分に関して、多光子顕微鏡からは結晶内の転位の伝搬方向の特定が可能であり、これに基づきTEM試料を作製することで、Fig.2

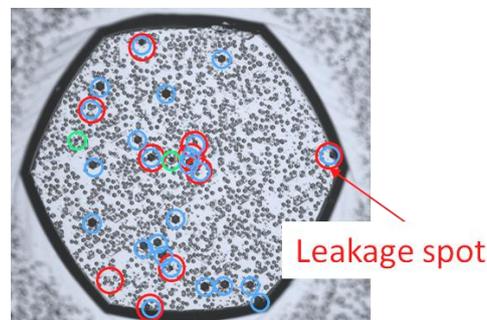


Figure 1. Surface microscope image after KOH etch pit (red: leak spot, blue: large pit)

に示すようにTEMによる転位伝搬の全体像を捉えることが可能となった。結果として、螺旋転位、ナノパイプの存在がリーク源となっていることを突き止めている。本手法では、多光子励起と再結合による発光に焦点を当てているが、キャリアを用いた測定手法の開発も進めている。pinダイオード内の空乏層を励起すると、光電流が流れて、3次元的な空乏層の拡がりを観察できる。さらに、アバランシェ領域においては、各層やpn界面など狙った位置にキャリア注入を行うことで電子と正孔のアバランシェ係数の見積もりなども可能となる。このように多光子励起は単一でも強力なツールであるが、他の測定手法と組み合わせることでさらに内部の構造の詳細な解明を可能とする。

[謝辞]

本研究は、文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」(JPJ005357)の支援を受けたものである。

[1] P. Kozodoy, et al., Appl. Phys. Lett. 73 (1998) 975.

[2] S. W. Lee, et al., Appl. Phys. Lett. 89 (2006) 132117.

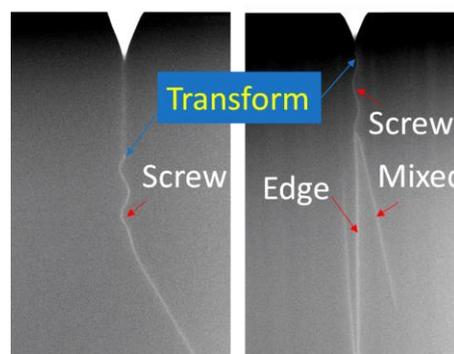


Figure 2. Cross-sectional TEM image based on dislocation visualization and conversion to nanopipe (left: pure spiral, right: spiral generated by mix and edge dislocation)