

GaN による pn 接合ダイオード中の欠陥観察と逆方向リーク電流源の解明

Defects observation in GaN pn junction diodes and explication of reverse leakage current

名古屋大未来研¹, 名古屋大高等研究院², 物材機構³, 名古屋大工⁴, 名古屋大 VBL⁵, 名古屋大

ARC⁶ ○本田善央^{1,2}, 田中敦之^{1,3}, (M1)川崎晟也⁴, 出来真斗¹, 天野浩^{1,3,5,6}

IMaSS, Nagoya Univ.¹, IAR, Nagoya Univ.², NIMS³, Dept. of Electronics, Nagoya Univ.⁴,

VBL, Nagoya Univ.⁵, ARC, Nagoya Univ.⁶ ○Yoshio Honda^{1,2}, Atsushi Tanaka^{1,3}, (M1)Seiya

Kawasaki⁴, Manato Deki¹, Hiroshi Amano^{1,3,5,6}

E-mail: honda@nagoya-u.jp

窒化物半導体を用いたパワーデバイスには高周波高耐压デバイス実現の期待が集まっている。近年の GaN 基板の品質向上とともに特性が向上しているものの、再現性・歩留まりに関しては十分ではない。原因の一つは、一般的な GaN 基板には 10^6cm^{-2} を超える転位が含まれていることにある。一方で、転位がデバイスに与える影響は現在のところ殆ど報告が無く[1, 2]詳細な検討が必要となっている。本報告では pn 接合ダイオードにおけるキラー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た。

GaN 基板上に MOVPE 法により n-GaN/n-GaN($n=2 \times 10^{16}\text{cm}^{-3}$)/p-GaN を成長し、深堀エッチングを用いた、円形の pin ダイオードを作製した。はじめに、サンプルに対して逆方向電圧を 500-800 V 印加し、エミッション顕微鏡によりリーク電流の発生箇所を確認した。次に、表面の p 型層をドライエッチングした後に、熔融 KOH を用いてエッチピットの作製を行った。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おり、リークが何らかの転位に起因していることが分かった。また、多数ある小ピットに関しては、リーク箇所との相関は少なく、刃状転位が大きなリーク源となっていないことが分かる。結晶内の転位の伝搬を多光子顕微鏡によって観察したところ、リーク箇所(大ピット下)においては、転位が下地基板より直接表面に到達しているものと、2つの転位が会合して1つの転位になったものが見つかった。また、多光子顕微鏡による転位伝搬方向の可視化から、転位の伝搬方向の特定が可能である。これに基づき、TEM により転位伝搬が全域観察できるよう、TEM 試料作製方向を決定した。TEM 像を Fig.2 に示している。結果はいずれもピュア螺旋であり、さらに転位の表面付近では、螺旋転位からナノパイプへ変換されており、大きなリーク源となっていた。ナノパイプの低減が直近の課題であり、また各成分を含む転位に関するリーク電流の定量化が今後の課題である。

[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」の支援を受けたものです。

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

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

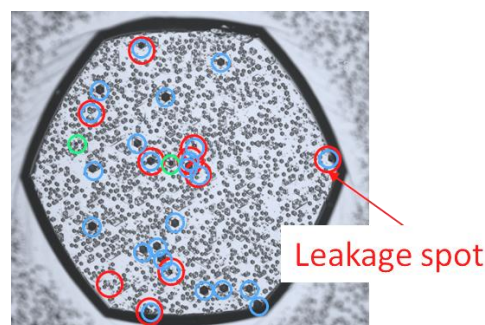


Figure 1 Surface microscope image after KOH etch pit (red: leak spot, blue: large pit)

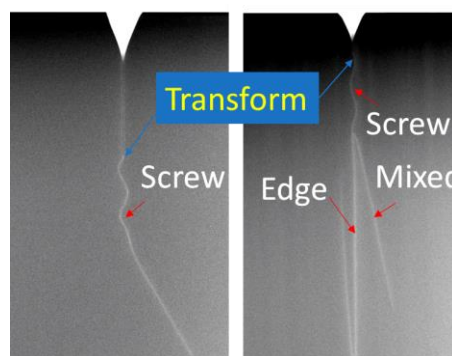


Figure 2 Cross-sectional TEM image based on dislocation visualization and conversion to nanopipe (left: pure spiral, right: spiral generated by mix and edge dislocation)