GaN 自立基板上 PN ダイオードの逆方向リークと転位の関係

Relationship between dislocations and leakage current of p-n diodes on free-standing GaN substrate

名大院工 [1]，名大未来材料・システム研究所 [2]，名大赤﨑記念研究センター[3]，名大 VBL[4]
○宇佐美 茂佳 [1]，安藤 悠人 [1]，田中 敦之 [2]，永松 謙太郎 [2]，久志本 真希 [1]，出来 真斗 [2]，
新田 州吾 [2]，本田 善央 [2]，天野 浩 [2,3,4]

Dept. of Electronics, Nagoya Univ.[1], Nagoya Univ. IMaSS[2], Nagoya Univ. ARC[3], NU VBL[4]
°S. Usami[1], Y. Ando[1], A. Tanaka[2], K. Nagamatsu[2], M. Kushimoto[1], M. Deki[2], S. Nitta[2], Y. Honda[2], and H. Amano[2,3,4]
E-mail: s_usami@nuee.nagoya-u.ac.jp

背景 Si に比べ高い絶縁破壊電界と電子の飽和速度を有する GaN は，高耐圧かつ高速動作可能なパワー半導体として注目されている．GaN 自立基板は異種基板上へのヘテロ成長で作製されているため、高密度(～10^6 cm^{-2})の貫通転位を含む．それらはエピ層にも伝搬し，リーク電流の増加など素子特性に影響を与えることが知られている[1]．しかしながら，転位自体の電気特性に関する報告は少なく，リークのメカニズムは未解明である．そこで，本研究では PN ダイオードにおける逆方向リークに関係する転位種の特定，及びリークメカニズムの解明を目的とした．

実験方法 転位密度 ~10^6 cm^{-2} 台の GaN 自立基板上に低ドナー濃度（Si:3×10^{16} cm^{-3}）n 型 GaN 層を 5 μm，p 型 GaN 層（Mg:5×10^{19} cm^{-3}）を 500 nm，p^+GaN 層を 40 nm 成長したウェハを用い，メサ構造を有する，素子直径 180 μm，600 V 耐圧の縦型 PN ダイオードを作製した．逆方向リークと転位の関係を Emission 顕微鏡（PHEMOS-1000）およびエッチピット法，STEM により解析した．

結果と考察 Emission 顕微鏡により観察した高逆バイアス印加時の Emission 像を Fig.1 に示す．図中赤丸で示すように，設計耐圧近傍の-550 V においてリーク箇所がドット状に観察された．この素子の p 層をドライエッチングで除去し，CL 像観察を行ったところ，リーク箇所は CL 暗点と一部のみ一致していた．続いて同素子を KOH エッチングし，転位を起点としてピットを形成したところ，大中小 3 水準のピットが観察された．Fig.2 に逆方向リーク位置（図中赤丸）とエッチピット OM 像との比較を示す．Fig.2 より，中ピットのみが逆方向リーク箇所と良く一致することが明らかとなった．STEM 観察結果より，大ピットは螺旋転位であり，小・中ピットは混合転位或いは刃状転位の複合的な転位で構成されることが判明した．この結果より，PN ダイオードにおいて螺旋転位はリークに寄与しないと言える．当日は，リークに関係する中ピットを形成する転位に関して詳細に議論する．

謝辞 本研究の一部は文部科学省「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」の助成を受け実施された．

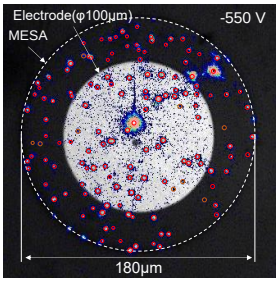

Fig.1 Emission image under high reverse bias

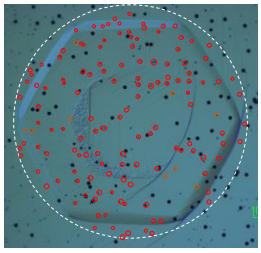
Fig.2 Etch pit OM image

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

© 2017年 応用物理学会