GaN 自立基板上 pn ダイオード逆方向リーク電流の成長条件依存性

Growth condition dependency of reverse leakage current of pn diode on free-standing GaN substrate

名大院工 [1]，名大未来材料・システム研究所 [2]，物質・材料研究機構 [3]，名大赤崎記念研究センター[4]，名大 VBL[5]
○宇佐美 茂佳 [1]，福島 颯太 [1]，安藤 悠人 [1]，田中 敦之 [2,3]，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 [2,4,5]
Dept. of Electronics, Nagoya Univ.[1], Nagoya Univ. IMaSS[2], NIMS[3], Nagoya Univ. ARC[4], Nagoya Univ. VBL[5]
°S. Usami[1], H. Fukushima[1], Y. Ando[1], A. Tanaka[2,3], K. Nagamatsu[2], M. Kushimoto[1],
M. Deki[2], S. Nitta[2], Y. Honda[2], and H. Amano[2,4,5]
E-mail: s_usami@nuee.nagoya-u.ac.jp

背景 GaN 結晶中に含まれる貫通転位は逆方向リーク電流を増大させることが知られている[1]．近年，貫通転位密度を低減（10^4~10^7 cm^{-2} 程度）させた高品質自立基板が普及し，逆方向リーク電流を劇的に低減させた縦型パワーデバイスが報告されている．我々は前回，貫通転位密度 1×10^7 cm^{-2} 台の自立基板上に作製されたリーク電流の比較的大きな縦型 pn ダイオード（PND）において，Emission 顕微鏡観察によるリーク点とエッチピットとの位置相関観察の結果，大中小 3 水準のピットのうち中ピットのみとリーク点が一致することを報告した[2]．しかしながら，成長圧力および V/III 比の異なる条件で成膜された同基板上の縦型 PND では，中ピットではなく大ピットでのリークが主に観察された[3]．この結果は，成長条件によりリークに関係する転位が変化することを示すものである．そこで，本発表では縦型 PND の成長条件と逆方向リーク電流との関係を調査したのでこれを報告する．

実験方法 n 型 GaN ドリフト層（Si: 2×10^{16} cm^{-3}）10 μm，p 型 GaN 層（Mg:3×10^{19} cm^{-3}）~500 nm，p^+GaN 層~30 nm を，減圧（500hPa）および常圧（1000hPa）条件で転位密度 1×10^6 cm^{-2} 台の同製法の GaN 自立基板上に成膜した．それぞれの V/III 比は約 4500 および 3000 である．ドライエッチングによりメサ構造を有する素子直径 540 μm の PND を作製し，リーク電流の比較，エミッション顕微鏡観察およびエッチピットにより，リーク点とそれに対応するピット形状の確認を行った．エッチピットは 450℃に熱した溶融 KOH に 1.5 分間浸けて実施した．

結果と考察 Fig.1 に VI 特性の比較を示す．減圧条件では 10/10 の素子で比較的大きなリーク電流が観測され，ばらつきも小さいのに対し，常圧条件ではリーク電流の 4 桁にわたるばらつきが見られた．Fig.2 に代表素子の Emission 像を示す．減圧条件では平均 10 点のリーク点が観察されたが，常圧条件では平均 2 点と大幅にリーク点が低減されていることが確認された．KOH エッチングの結果，壁面角度で分類すると，急中緩の 3 種類のピットが開き，中角度のピットの一部とリーク点が一致することが確認された．また，常圧条件では急中角度ピットの合計密度が 9×10^3 cm^{-2} から 9×10^2 cm^{-2} まで低減されており，転位の割合が変化していることが示唆された．以上の結果より，成長条件によりエピ層中への不純物拡散，凝集または転位の種類が変化しているものと考えられる．

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」の委託を受けたものである．

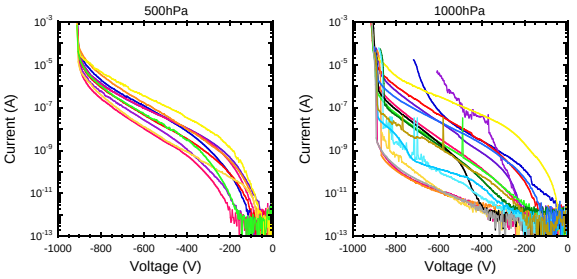

Fig.1 I-V characteristics of low pressure PND(left) and atmospheric PND(right).

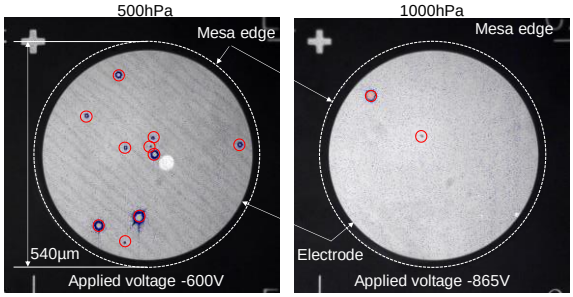

Fig.2 Emission images of low pressure PND(left) and atmospheric PND(right).

[1] Kim *et al*., Appl. Phys. Lett. **104**, 102101 (2014)
[2] 宇佐美他，第 64 回春季応用物理学会学術講演会，横浜 2017，14p-315-8
[3] 宇佐美他，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，福岡 2017，6a-C17-3

© 2018年 応用物理学会