

m 面 GaN オフ基板の上に形成した Ni/n -GaN ショットキーダイオードの電気特性

Impact of Substrate off-angle on the m -plane GaN Schottky Diodes

○山田 永, 長南 紘志, 高橋 言緒, 清水 三聡 (産総研)

○Hisashi Yamada, Hiroshi Chonan, Tokio Takahashi, Mituaki Shimizu

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

E-mail: hisashi-yamada@aist.go.jp

【はじめに】GaN 系半導体は、高周波、高出力用途の電子デバイスとして期待されており、GaN 基板上のショットキーダイオード、 p - n ダイオード、MOSFET などの縦型デバイス報告がされている。現在、 c 面 GaN 基板上に形成した縦型デバイス実現に向けて、MOCVD 法で成長したドリフト層の高純度化（特に低 C 濃度化）が進められている。結晶成長面を非極性面である m 面にする事で、不純物濃度など物性が大きく異なることが期待できる。2017 年春の応物において、我々は m 面 GaN 基板上に低 Si 濃度 n -GaN を成長し、残留不純物である O 濃度、C 濃度が SIMS 検出下限であり、ショットキーダイオードのリーク特性が熱電界放出 (TFE) モデルに従うことを報告した^[1]。今回、 m 面 GaN 基板のオフ角依存性を調査した結果について考察する。

【結果と考察】成長基板は、HVPE 法 c 面 GaN インゴットから、 $[000\bar{1}]$ へ 0.1° 、 1.1° 、 1.7° 、 5.1° のオフ角度を有する三菱化学製 m 面 GaN 基板 (5mm x 15mm) を準備した。MOCVD 条件は H_2 キャリア、TMG、 NH_3 、 SiH_4 を原料とし、成長温度 $1120^\circ C$ 、 $V/III=1000$ とした。図 1 にアンドープ GaN の SIMS による残留不純物 (Si、C、O 濃度) の基板オフ角度依存性を示す。基板オフ角度を増大させるに伴い、残留 O および C 濃度は大きく減少する一方、残留 Si 濃度は検出下限であった。残留 C 濃度は 0.1° (m 面ジャスト) 基板上において、 $3 \times 10^{16} cm^{-3}$ (同条件で成長した c 面 GaN 基板上と同等) であり、 5.1° 基板上において $4 \times 10^{15} cm^{-3}$ であった。オフ角度との関係から O および C 原子の N サイトへの置換は、 N 極性のステップ端と関連していると考えられる。これら m 面 GaN オフ基板の上に n -GaN (Si 濃度 $1.0 \times 10^{16} cm^{-3}$) を $4 \mu m$ 成長し、 Ni/Au のショットキーダイオードを作製した。 I - V のリーク電流特性から、 0.1° 基板上はリーク電流が多い結果であった (図 2)。 0.1° 基板上は n 型不純物となる O 濃度が $3 \times 10^{17} cm^{-3}$ と高いことやピラミッド状ファセットの形成がリーク電流の原因と考えられる。一方、 5.1° 基板上はリーク電流が十分に低減されており、 m 面 GaN 基板上のデバイス形成には基板オフ角度が重要であることが分かった。

【謝辞】本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス」(管理人: NEDO) によって実施された。

[1]山田 他、第 64 回応用物理学会春季学術講演会 15p-503-8 (2017)。

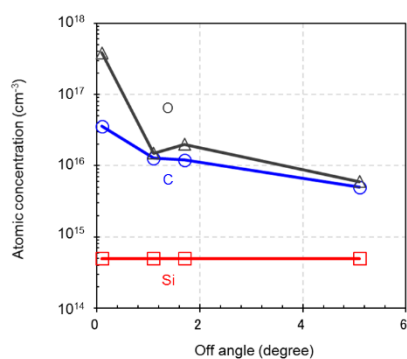


図 1. Si、C、O 不純物濃度

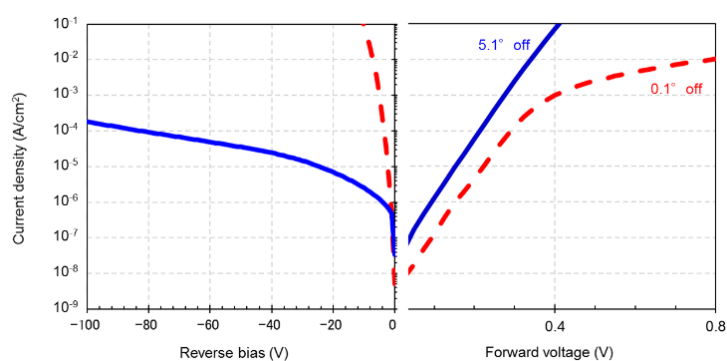


図 2. I - V 特性