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

Electrical properties of Ni/*n*-GaN Schottky Diodes on free-standing *m*-plane GaN Substrates

°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 insutitute 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 といった縦型デバイスの研究が盛んに報告されている。縦型デバイスの高性能化には、ダイオードやトランジスタを構成するドリフト層やチャネル層の低キャリア濃度化が必須であり、*c* 面 GaN 基板上の MOCVD エピ成長中に取り込まれる C 濃度低減検討が進められている。非極性面である *m* 面 GaN 基板は LED や LD といった光デバイス用途に研究開発が進展しているが、電子デバイス応用の高純度化に関わる報告例はない。そこで、我々は *m* 面 GaN 基板上にアンドープおよび低 Si ドープ GaN 層のエピ成長を行い、残留不純物濃度と Ni/*n*-GaN ショットキーダイオードの電気特性を評価した。

【結果と考察】成長基板は、HVPE 法で作製された *c* 面 GaN インゴットをスライスした三菱化学製 *m* 面 GaN 基板（5mm x 15mm）、オフ角度 5°［000$\bar{1}$］を使用した。MOCVD 条件は H_2 キャリア、TMG、NH_3、SiH_4 を原料とし、成長温度 1120-1200℃とした。V/III は 1000-4000 の範囲を NH_3 流量一定の元、TMG 流量（成長速度）を変化させることで制御した。アンドープ GaN を上記条件で *m* 面 GaN 基板上に成長し、その残留不純物を SIMS 分析により評価した（図 1）。残留 Si 濃度は、成長温度、V/III を増大させると、急激に増大した。成長温度 1120℃、V/III=1000（成長速度 100nm/min）の条件は残留 Si および C 濃度は検出下限（1.7×10^{15} cm^{-3} および 4×10^{15} cm^{-3}）であり、十分低いことが分かった。この条件で SiH_4 流量を 5 水準変化させた *n*-GaN を *m* 面 GaN 基板上に 4um 成長した。AFM からステップフローが観察され、SIMS 分析から Si 濃度は 1.0×10^{17} cm^{-3}, 5.3×10^{16} cm^{-3}, 3.1×10^{16} cm^{-3}, 1.0×10^{16} cm^{-3}, および 4.6×10^{15} cm^{-3} であった。サンプル表面に Ni/Au、裏面に Ti/Al/Ni/Au を蒸着し、*C-V* 測定からキャリア濃度を算出した結果、1.8×10^{17} cm^{-3}, 9.3×10^{16} cm^{-3}, 5.2×10^{16} cm^{-3}, 1.3×10^{16} cm^{-3} および 4.6×10^{15} cm^{-3} が得られ（図 2）、Si 濃度とキャリア濃度は線型関係にあることを確認した。*I-V* 測定の逆バイアスによりリーク電流特性を評価した結果、キャリア濃度を下げるとリーク電流は大きく低下することを確認した（図 3）。得られた *I-V* カーブは熱電界放出モデルにおいて、得られたキャリア濃度とショットキー障壁高さでフィッティングした結果と良く一致した。

【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」（管理法人：NEDO）によって実施された。

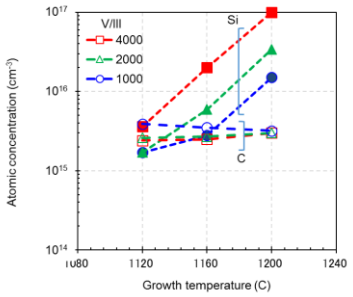

図 1.　Si および C 不純物濃度

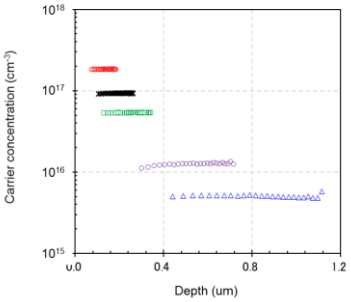

図 2.　キャリア濃度プロファイル

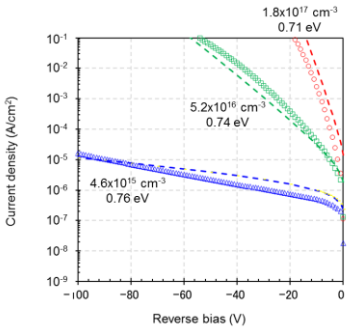

図 3.　逆方向 *I-V* 特性

© 2017年 応用物理学会