Mg イオン注入を用いた GaN 縦型 pn ダイオード構造の電気特性

Electrical properties of GaN vertical pn-diode structure with Mg ion implantation

富士電機 [1]，産総研 [2]　○高島信也 [1]，上野勝典 [1]，稲本拓朗 [1]，江戸雅晴 [1]，高橋言緒 [2]，清水三聡 [2]

Fuji Electric [1], AIST [2], ◦Shinya Takashima[1], Katsunori Ueno[1], Takuro Inamoto[1], Masaharu Edo[1], Tokio Takahashi[2], Mitsuaki Shimizu[2]

E-mail: takashima-shinya@fujielectric.com

[はじめに] 近年、自立基板の進展に伴い、耐圧が 1kV を超える縦型 GaN デバイスが多く報告されているが、パワーデバイス実用化に向けては、ガードリングや JTE といった局所 pn 接合を用いた耐圧構造を実現する必要がある。GaN に対する p 型イオン注入技術は重要な課題であり、最近、p 型層の形成可能性が示されつつある[1,2]。本報告では、Mg イオン注入で形成した pn 接合構造の電気特性について報告する。

[実験方法] HVPE 法 c 面 GaN 自立基板上に MOCVD にて n-GaN エピ層 4 および 11um（それぞれ実効 Nd は約 1E16, 2E16cm^{-3}）を成長した基板に対し、電極とのコンタクト層として最表面に >1E19cm^{-3} の高濃度注入と、接合形成として 1E18cm^{-3} 濃度の BOX 注入とを組み合わせたプロファイルで Mg をイオン注入し、AlN 保護膜を用いて 1300～1400℃にて活性化熱処理を行った。簡易的に Pd 電極を蒸着した縦型 pn 構造素子、および逆方向耐圧の評価としてメサ構造とフィールドプレートを用いた高耐圧 pn ダイオード構造素子を試作した。

[結果] 縦型 pn 構造素子の IV 特性を図 1 に示す。整流性は見られたが、順方向電流の立ち上がり電圧が高く、正常な pn 接合の振舞いとは異なる。電極の周辺では EL 発光が確認されたが、アクセプタ準位による発光以外に深い準位に伴う発光ピークが強く観測され、注入層内に欠陥が多く残留していると思われる。

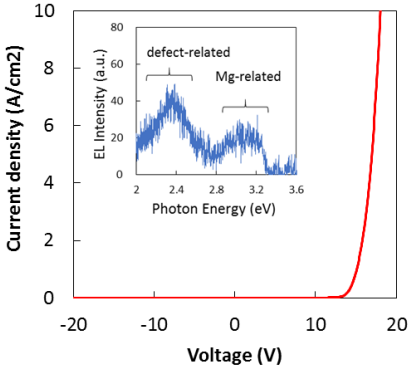

図 1. pn 構造の順方向特性

高耐圧 pn ダイオード構造での逆方向特性を図 2 に示す。エピ厚が厚くなると逆方向耐圧は増加し、ドリフト層に依存した耐圧変化が生じた。しかし、n 層濃度と厚み、メサ構造を用いた pn 接合耐圧の計算値は 4um 品で 1050V、11um 品で 1350V 程度であり、予想される耐圧特性は得られていない。順方向電流が低く容量測定異常も見られており、注入層の濃度が低く空乏化している可能性も考えられる。今後、注入層の特性改善が必要である。

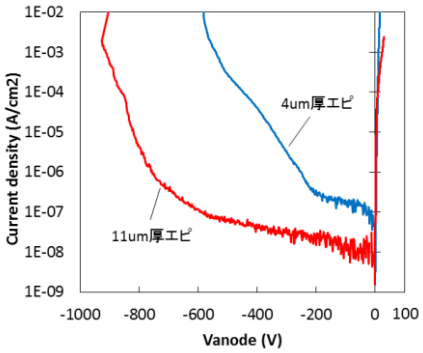

図 2. 高耐圧 pn ダイオード構造の IV 特性

なお、本研究の一部は、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。

[1] T. Oikawa et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B 365, 168 (2015)

[2] T. Narita et al., APEX 10, 016501 (2017).