縦型トレンチ GaN-MOSFET のヒステリシス評価

Threshold Voltage Hysteresis in GaN-based Vertical Trench MOSFETs

福井大院工　°村田 翔一、笹田 将貴、Joel T. Asubar、徳田 博邦、葛原 正明
Graduate School of Engineering, University of Fukui
°Shoichi Murata, Masataka Sasada, Joel T. Asubar, Hirokuni Tokuda, and Masaaki Kuzuhara
E-mail: muratashoichi8192@gmail.com, kuzuhara@u-fukui.ac.jp

はじめに　窒化ガリウム（GaN）を用いた縦型パワーデバイスは、高耐圧かつ低損失のパワースイッチング素子として期待される。我々は n^+ソース領域をイオン注入により形成した縦型トレンチ MOSFET が良好なノーマリーオフ動作を示すことを報告した[1]。しかし、しきい値電圧にヒステリシスが確認された[2][3]。本研究では、n^+ソース領域の形成に Si イオン注入を用いた素子(デバイス A)と n^+ソース領域の形成にエピタキシャル成長を用いた素子(デバイス B)の二種類を試作し、しきい値電圧のヒステリシス特性について検討したので報告する。

実験　デバイス A では p-GaN 層の一部にイオン注入を用いて Si をイオン注入(ドーズ:3.2×10^{15} cm^{-2})し、1100℃熱処理により n^+層ソース領域を形成した。デバイス B では、p-GaN 層の上に n^+-GaN 層(3×10^{18} cm^{-3})をエピタキシャル成長させ、n^+層ソース領域を形成した。ソース金属には Ti/Al、裏面のドレイン金属には Ti//Ni/Au を用いた。負側から正側(および負から正)にゲート電圧を掃引し、伝達特性を測定した。

結果　図 1 に負側から正側に掃引した時のしきい値電圧の掃引開始電圧依存性を示す。デバイス A では負のゲート電圧の印加により V_{TH} は正側に最大約 13 V 変化した。一方、デバイス B では顕著な変化は見られなかった。図 2 に正側から負側に掃引した時のしきい値電圧の掃引開始電圧依存性を示す。デバイス B では掃引開始電圧によるしきい値電圧の有意な変化は見られなかったが、デバイス A では V_{TH} は負側に最大約 16V 変化した。デバイス A でみられた掃引開始電圧によるしきい値電圧の変化はイオン注入のプロセスにより p-GaN 中に欠陥が発生し、トラップされたキャリアの充放電が影響していると考えられる。

まとめ　イオン注入およびエピタキシャル成長で n^+ソース領域を形成した縦型トレンチ GaN-MOSFET を作製した。イオン注入を用いたデバイス A では、掃引開始電圧の絶対値が大きくなるにつれてしきい値電圧が大きく変化した。しきい値電圧が大きく変化した原因はイオン注入のプロセスにより発生した p-GaN 中の欠陥に起因していると考えられる。

謝辞　議論いただいた富士電機 上野勝典氏、江戸雅晴氏に感謝します。

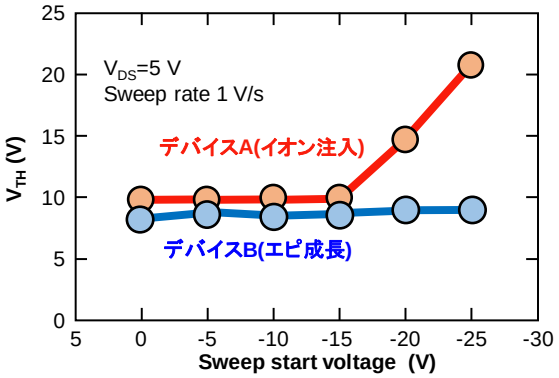

図 1 負のゲートバイアスに対する
しきい値電圧依存性

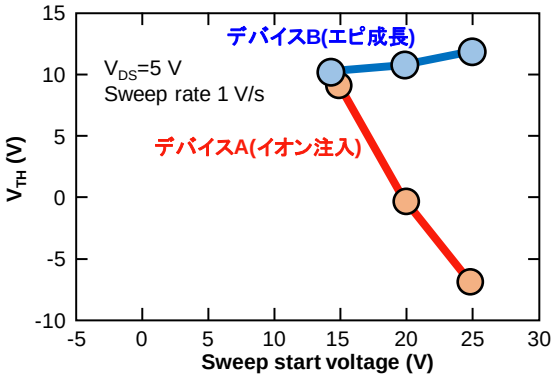

図 2 正のゲートバイアスに対する
しきい値電圧依存性

参考文献　[1] 篠倉他,第 63 回応物春季講演会, 21p-W541-5,2016.
[2] 笹田他,第 65 回応物春季講会, 19p-C302-4,2018.
[3] 村田他,The 2018 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai, B-2.

© 2018年 応用物理学会