

ノーマリオフ GaN HEMT のダイオード動作における耐圧および容量特性

Breakdown and C-V Characteristics in Normally-off GaN HEMT under Diode Operation

¹ 名工大院, ² ULVAC, ³ 金沢工大加藤 直樹¹, 永井 昂哉¹, 成田 知隆¹, 長田 大和², 上村 隆一郎²,
伊東 健治³, 分島 彰男¹, 江川 孝志¹ (1.名工大院, 2.ULVAC, 3.金沢工大)T. Nagai¹, N. Kato¹, T. Narita¹, Y. Osada², R. Kamimura², K. Itou³, A. Wakejima¹, and T. Egawa¹

(1. Nagoya Inst. of Tech., 2. ULVAC, 3. Kanazawa Inst. of Tech.)

E-mail: cko16526@stn.nitech.ac.jp

我々は、これまでに高濃度ドーパ層を有する GaN キャップを持つ AlGaIn/GaN HEMT において (図 1)、低抵抗なノーマリオフトランジスタを実証した[1]。そして、ゲート電極とドレイン電極をショートさせアノード電極、ソース電極をカソード電極とした 2 端子測定において、ダイオード動作を確認した[2]。ダイオードを整流素子として用いる際には、高耐圧と低損失の両立が求められる。一般に高耐圧化には、ワイドバンドギャップ材料が有効である。一方、低損失化には、立ち上がり電圧 (V_F)、ON 抵抗 (R_{ON})、逆方向リーク電流の低減が必要である。しかし、例えばショットキーダイオードの場合、これら三つの特性は、半導体材料と金属が決定すると概ね決まってしまう。このことは、 V_F や R_{ON} と逆方向リーク電流はトレードオフの関係があることを意味している。そこで、我々は高い閾値制御性を有する図 1 のトランジスタをダイオード動作させることで、ショットキー構造では困難な低い V_F と低リーク電流の両立が実現できると考えている。今回は、ダイオード動作時の逆方向耐圧と容量特性について調べたので報告する。

図 2 に逆方向耐圧の測定結果として、各ゲートソース間距離 (L_{gs}) における破壊電圧 (V_{BR}) を示す。測定は外部でゲート電圧とドレイン電圧を同期させた状態で、 L_{gs} の異なる 4 つの素子に対して行った。図 2 から耐圧と電極間距離が直線関係にあることがわかる。これはトランジスタにおいて確認されるものと同様の傾向であり、トランジスタを高耐圧化させることがダイオードの耐圧向上にもつながると考えられる。その手法としては、エピ構造の改善によるチャネルキャリアの制御、キャップ層のキャリアの制御等が挙げられる。

次に、容量電圧特性を図 3 に示す。測定はドレイン電極を開放し、2 端子でゲートソース間の容量を測ることで行った。図 3 から、2 段階のステップをもつ特徴的な結果が得られた。step1 は V_g を正に振り AlGaIn/GaN 界面に 2DEG が生成されたことにより生じたもので、 Al_2O_3 と AlGaIn の合成容量で決まる。そして、step2 は AlGaIn/GaN 界面の 2DEG が $Al_2O_3/AlGaIn$ 界面にまで及び Al_2O_3 の容量のみとなった状態であると考えられる。

謝辞

本研究は愛知地域スーパークラスタープログラムの支援によって行った。

参考文献

- [1] 安藤他、2015 年(第 62 回)応用物理学関連連合講演会 12a-A21-13
[2] 永井他、2015 年(第 76 回)応用物理学関連連合講演会 15p-4C-8

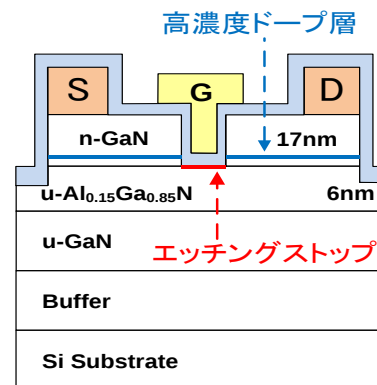


図 1 HEMT の断面構造

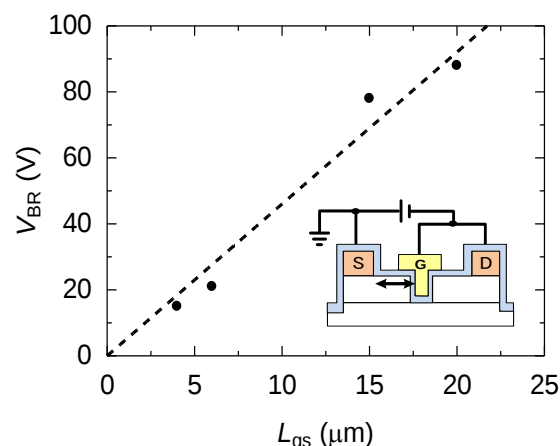


図 2 逆方向耐圧特性

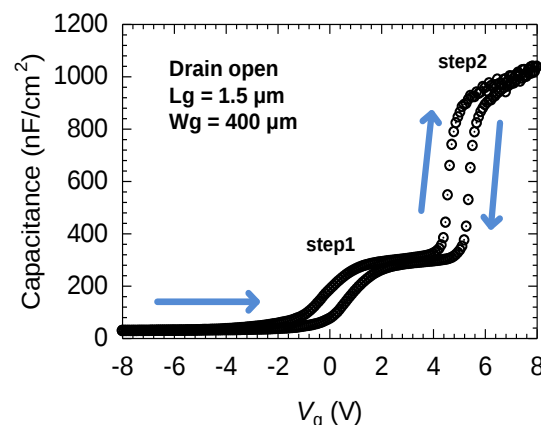


図 3 C-V 特性