

高い閾値制御性を有するノーマリオフ GaN HEMT のダイオード動作

Diode Operation in Normally-off GaN HEMT with High Controllability of Threshold Voltage

¹ 名工大, ² ULVAC, ³ 金沢工大

永井 昂哉¹, 加藤 直樹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, 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: ckel6566@stn.nitech.ac.jp

我々は、高い閾値制御性を有したノーマリオフ GaN-HEMT のゲートとドレイン電極をアノードとしたダイオードにて、順方向電圧(V_F)が制御可能なダイオードデバイスを提案し、実際にダイオード動作を確認した。

整流素子として用いられるダイオードは、高耐圧化と低損失化を両立することが求められる。高耐圧化には一般に、ワイドバンドギャップ材料を用いることが有効である。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。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の電子親和力と金属の仕事関数差に大きく依存しているため、半導体材料と金属を決定すると概ね決まる。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。 R_{ON} 低減には、金属と半導体のオーミック接触抵抗の低減も必要となる。以上のことから、ワイドバンドギャップ材料を使用しながら、整流用ショットキー構造以外のダイオードがないか検討する必要があると考えている。

我々は、高い閾値制御性を有するノーマリオフ GaN HEMT の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ダイオード動作させることで (図 1)、低い V_F と低いリーク電流の両立が実現できると考えた[1,2,3]。

図 1 の構造のように GaN/AlGaIn/GaN 構造の表面側 GaN 層の選択的にエッチングした AlGaIn 表面に電極を形成することで閾値制御が可能である。また、ダイオードの順方向特性を HEMT の SD 間で実現することができれば、二次元電子ガスの高速・大電子濃度特性に加えて、ショットキーのようなバリアを超える必要がないために低い R_{ON} を実現できる。また、AlGaIn 層を適切に選択することでダイオードの低い V_F 化が可能である。さらに逆方向特性としては、逆バイアスでは HEMT 構造のゲート下の空乏層を伸ばすことになり、低リーク特性が実現可能である。

測定で用いたデバイス (ゲート幅 100 μm) の I - V 特性を図 2 に示す。 R_{ON} と最大ドレイン電流(I_{dmax})はそれぞれ、 $R_{ON} = 16 \Omega\text{mm}$ 、 $I_{dmax} = 95 \text{ mA}$ であった。GD をショートさせたダイオードの順方向特性を図 3 に示す。直列抵抗(R_S)と閾値電圧(V_{th})はそれぞれ、 $R_S = 17 \Omega\text{mm}$ 、 $V_{th} = 6.2 \text{ V}$ であった。このように、今回、ノーマリオフ GaN HEMT の GD をアノードとすることで、ダイオード動作が可能であることを確認した。

今後は、AlGaIn 層の膜厚や Al 組成の調整により、低い V_F 化と低逆方向リーク電流化を目指す。

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。

- | | |
|------------------------------------|------------|
| [1] 安藤他、2014 年(第 60 回)応用物理学関連連合講演会 | 19a-D8-7 |
| [2] 安藤他、2014 年(第 75 回)応用物理学関連連合講演会 | 17p-A27-3 |
| [3] 安藤他、2015 年(第 62 回)応用物理学関連連合講演会 | 12a-A21-13 |

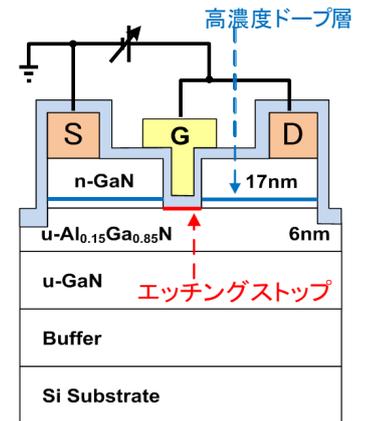


図 1 MISFET の断面構造

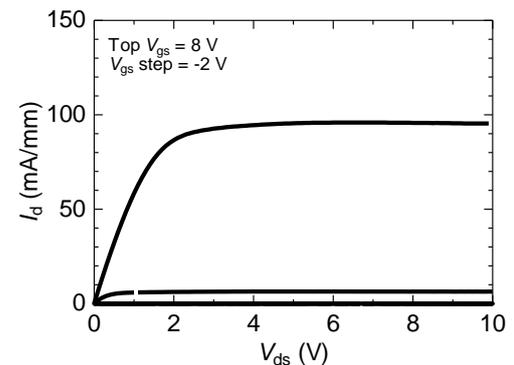


図 2 I - V 特性

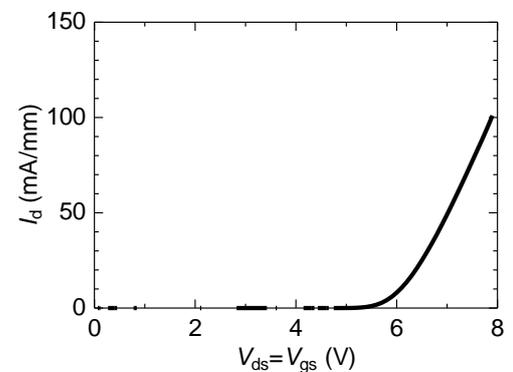


図 3 ダイオード特性