

InAlN/AlGaN HFETのパワーデバイスとしての性能予測

Performance Prediction of InAlN/AlGaN HFETs for Power Device Application



○堤 達哉、西野 剛介、ジョセフ・J・フリーズマン、三好 実人、江川 孝志 (名工大)

○Tatsuya Tsutsumi, Gosuke Nishino, Joseph J. Freedman, Makoto Miyoshi and

Takashi Egawa (Nagoya Institute of Technology)

E-mail: miyoshi.makoto@nitech.ac.jp

【はじめに】 AlGaN チャネルを有する窒化物系 2DEG ヘテロ構造は、GaN チャネル構造に比べ高い阻止耐圧を示す[1]ことから、将来のパワーデバイス応用が期待できる。我々は、InAlN バリア層を備えた InAlN/AlGaN ヘテロ構造について報告をしてきた[2]。今回、InAlN/AlGaN HFETを試作、その評価結果に基づき、理想設計における HFET の面積オン抵抗($R_{on}A$)算出を試みたので報告する。

【実験方法】 MOCVD 成長した $In_{0.12}Al_{0.88}N/Al_{0.21}Ga_{0.79}N$ ヘテロ構造 ($N_s=2.8 \times 10^{13}/cm^2$, $\mu=168 cm^2/Vs$) を用いて HFET を試作し、ピンチオフ特性ならびにオフ耐圧の測定を行った。HFET は、電界集中緩和のためのフィールドプレート(FP)電極を設置しない構造とした。オーミック電極には Ti/Al (15/60 nm) 蒸着膜を用い、電極パターン形成後には $550^\circ C$ の N_2 熱処理を施した。ゲート電極には Pd/Ti/Au(40/20/60 nm) 蒸着膜を用いた。HFET の各部寸法は、 $L_{sd}=9 \mu m$ 、 $L_{gd}=4 \mu m$ 、 $L_g=2 \mu m$ 、 $W_g=15 \mu m$ であった。

【結果と考察】 図1に、試作した HFET の $I_{DS}-V_{DS}$ 特性を示した。図に示すように、HFET は良好にピンチオフしている。このデバイスにゲートバイアス-10V を印加した状態でのオフ耐圧は、約 470V であった。この値と $L_{gd}=4 \mu m$ から最大降伏電界は $118 V/\mu m$ と算出した。この値は、FP 電極の無い GaN-HFET と比べて十分に高く、AlGaN チャネル HFET について報告されたオフ耐圧のチャネル層 Al 濃度依存性[1]と比較しても妥当な結果と思われた。つぎに、エピウェハの実測シート抵抗を考慮したうえで、オフ耐圧 1000V ($L_{gd}=9 \mu m$) の想定のもと理想設計における HFET の $R_{on}A$ 算出を試みた[3]。ここでは、オーミック電極長の理想値 L_c が任意の固有接触抵抗 ρ_c における伝搬長に一致するとして計算した。図 2 に、このようにして算出した $R_{on}A$ と固有接触抵抗の関係を示した。図に示すように、耐圧 1000V で FP 電極が無い InAlN/AlGaN HFET の場合、固有接触抵抗 $100 \mu\Omega cm^2$ 以下 (電極長 $2.75 \mu m$) とすることで $5 m\Omega cm^2$ 以下の $R_{on}A$ 値が得られることが示された。この値は、エピウェハの移動度が向上すればさらに改善できる。また、AlGaN チャネル HFET においても FP 電極が効果的であればさらなる改善の可能性に期待が持てる。

謝辞: 本研究の一部は、JST 愛知地域スーパークラスターの支援を受け実施された。

参考文献: [1] Nanjo *et al*, APL 92, 263502 (2008). [2] Miyoshi *et al*, APEX 8, 021001 (2015).

[3] Saito *et al.*, IEEE TED 52 (2005) 106.

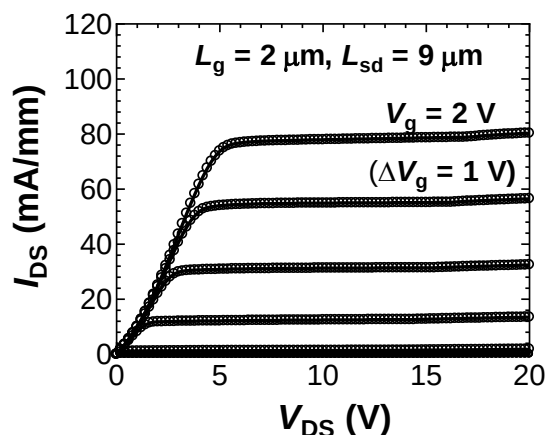


図 1. 試作した InAlN/AlGaN HFET の $I_{DS}-V_{DS}$ 特性

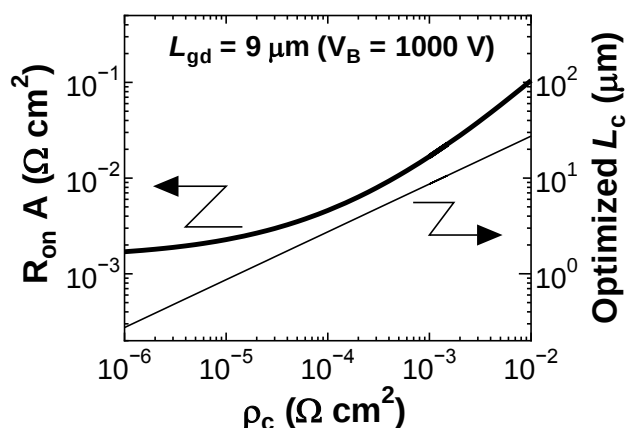


図 2. 耐圧 1000V を想定して計算した InAlN/AlGaN HFET の $R_{on}A$ と理想電極長 L_c の固有接触抵抗依存性