

InAlN/AlN/GaN HEMT におけるデバイス特性の InAlN バリア層厚依存性(III)

InAlN barrier thickness dependence of device performance for InAlN/AlN/GaN HEMTs (III)

情報通信研究機構¹、富士通研究所² ○山下 良美¹、渡邊 一世¹、遠藤 聡^{1,2}、笠松 章史¹、三村 高志^{1,2}

National Institute of Info. & Com. Tech.¹ ○Y. Yamashita¹, I. Watanabe¹, A. Endoh^{1,2}, A. Kasamatsu¹ and T. Mimura^{1,2}

Fujitsu Lab. Ltd.²

E-mail: yamasi@nict.go.jp

[はじめに] GaN HEMT は高周波パワーデバイスとして期待されており、ミリ波帯(30~300 GHz)で動作する高出力アンプ実現に向けた電流利得遮断周波数(f_T)や最大発振周波数(f_{max})の向上を目指した研究が行われている。このうち InAlN をバリア層として用いたデバイス構造において $f_T = 400$ GHz が報告されている^[1]。InAlN バリア層を有する HEMT は、AlGaN バリア層と比べて高い二次元電子密度 (N_s) が得られ、ドレイン電流(I_d) や f_T 、 f_{max} の増大が期待される。前回、SiN 2.5nm をゲート絶縁層に用いた MIS 型の InAlN/AlN/GaN HEMT において InAlN バリア層厚を 3 nm まで薄膜化したときのデバイス特性を報告した^{[2], [3]}。本報告では、この SiN ゲート絶縁層を RIE にて除去し、ゲート・チャンネル間距離を更に短縮した MES 型の InAlN/AlN/GaN HEMT におけるデバイス特性の InAlN バリア層厚依存性を検討した。

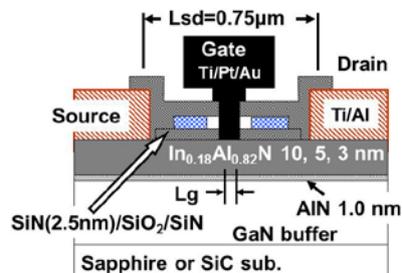


Fig.1 Schematic cross-sectional view of fabricated InAlN/AlN/GaN HEMT

[実験] Fig. 1 に HEMT 構造断面模式図を示す。MOCVD 成長した GaN バッファ層、AlN スペーサ層 1 nm および In_{0.18}Al_{0.82}N バリア層で構成されている。MES ゲートは SiN 絶縁層を RIE で除去した後にセルフアライン形成したショットキーゲートで、ソース・ドレイン電極間距離 (L_{sd}) 0.75 μm に対してゲート長 (L_g) を 35 nm まで微細化した。

[結果] InAlN バリア層を 3 nm まで薄膜化すると N_s が減少した。しかし電子移動度 (μ) が増大したため、低シート抵抗 (ρ_{\square}) を維持したまま R_c を下げることができた (Table 1)。Fig. 2 に $L_g = 130\text{nm}$ における DC 特性を示す。InAlN バリア層厚の薄膜化により伝達コンダクタンス (g_m) は増加し、そのピークおよび閾値電圧 (V_{th}) はそれぞれ正方向にシフトしたため、InAlN バリア層厚 3 nm では $V_{th} = -0.15\text{V}$ とエンハンスメント動作 (E-mode) に近い特性を示した。Fig. 3 に RF 特性のゲート長依存性を示す。InAlN バリア層厚 5 nm 以下では、短ゲート長領域での RF 特性の向上が顕著で、 L_g を 35 nm まで微細化することにより $f_T = 235\text{GHz}$ 、 $f_{max} = 231\text{GHz}$ (InAlN 膜厚 5 nm) に達した。今回、ゲート形成プロセスにドライエッチングを用いた MES 型 HEMT においても、MIS 型 HEMT と比べ同程度の特性を得ることができた。

[参考文献]

- [1] Y. Yue *et al.*, IWN2012, SLN-3.
- [2] 山下他、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 19a-D8-12
- [3] 山下他、第 60 回応用物理学会春季学術講演会 28a-G11-10

Table 1 Hall measurement results and ohmic contact resistances

InAlN (nm)	N_s (cm ⁻²)	μ (cm ² /V.s)	ρ_{\square} (Ω/\square)	R_c ($\Omega\cdot\text{mm}$)
10 ^[3]	2.83×10^{13}	846	259	0.89
5 ^[3]	2.52×10^{13}	1160	214	0.62
3 ^[2]	1.60×10^{13}	1580	248	0.34

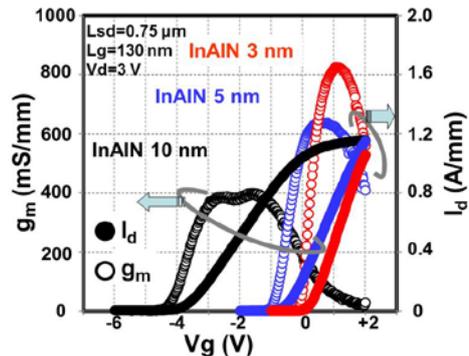


Fig.2 DC characteristics of the 130-nm-gate HEMTs with InAlN thickness from 3 to 10 nm

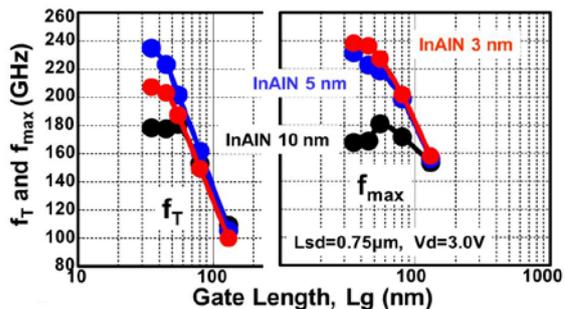


Fig.3 L_g dependence of f_T and f_{max} for the HEMTs with InAlN thickness from 3 to 10 nm