

GaN 自立基板を用いた InAlN/AlN/GaN HEMT のデバイス特性

Device performance of InAlN/AlN/GaN HEMTs on free-standing GaN substrate

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ブ実現に向けた研究が行われている。これまで我々は SiC 基板上 InAlN/AlN/GaN HEMT の InAlN バリア層の薄層化により E-mode 動作と電流利得遮断周波数(f_T) 235 GHz、最大発振周波数(f_{max}) 272 GHz を報告した^[1]。一方、SiC 基板の代わりに GaN 自立基板上に GaN ショットキーバリアダイオードを作製し、結晶欠陥密度が $7E+8 \text{ cm}^{-2}$ から $3E+6 \text{ cm}^{-2}$ に大幅に低減することが報告されている^[2]。本報告では InAlN/AlN/GaN HEMT を GaN 自立基板および SiC 基板上に作製し、デバイス特性における結晶欠陥密度の低減効果を検討した。

[実験] Fig. 1 に HEMT 構造断面模式図を示す。エピ構成は、GaN バッファ層 1600 nm、AlN スペーサ層 1 nm および $\text{In}_{0.18}\text{Al}_{0.82}\text{N}$ バリア層 3 nm で、GaN 自立基板と SiC 基板にそれぞれ MOCVD 成長した。HEMT デバイスは、ソース・ドレイン電極間距離 (L_{sd}) $0.75 \mu\text{m}$ に対してゲート長 (L_g) を 45 nm まで微細化したショットキーゲート MES 型 HEMT である。

[結果] Table 1 に各エピ成長後のホール測定結果を示す。二次元電子密度 (N_s) と電子移動度 (μ) の値は同等であった。しかし $L_g = 140 \text{ nm}$ におけるゲートリーク電流 (I_g) を評価した結果 (Fig. 2)、順方向のゲート電圧 (V_g) 領域において GaN 自立基板を用いたエピ構造は約一桁低く抑えられた。この結果は、欠陥密度低減の効果によるものと思われ、 I_g を 1 mA/mm で規定した時に V_g を +1V から +2V まで印可できドレイン電流 (I_d) を倍以上の 1 A/mm を得ることが可能となり、高出力特性が期待できる。Fig. 3 に高周波特性の L_g 依存性を示す。高周波特性でも同等の結果 ($f_T = 228 \text{ GHz}$, $f_{max} = 287 \text{ GHz}$) を得ることが出来た。

[参考文献]

[1] 山下他、第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 15p-4C-7.

[2] 南條他、Proc. SSDM2014, pp 150-151.

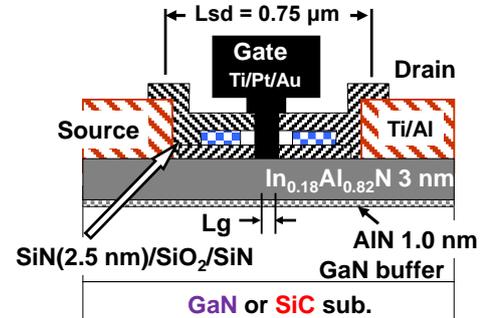


Fig.1 Schematic cross-sectional view of fabricated InAlN/AlN/GaN HEMT

Table 1 Hall measurement results for the HEMTs SiC or GaN substrate

Substrate	$N_s (\text{cm}^{-2})$	$\mu (\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s})$	$\rho_{\square} (\Omega/\square)$
SiC [1]	1.60×10^{13}	1580	248
GaN	1.64×10^{13}	1560	245

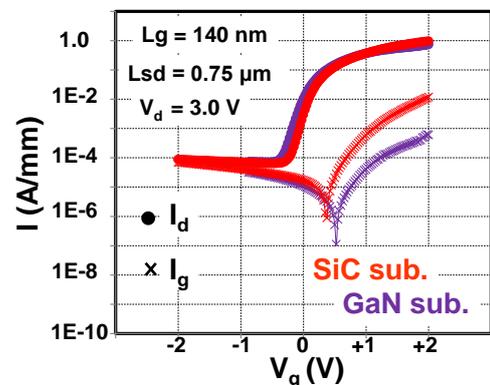


Fig.2 DC characteristics of the 140-nm-gate HEMTs on SiC or GaN substrate

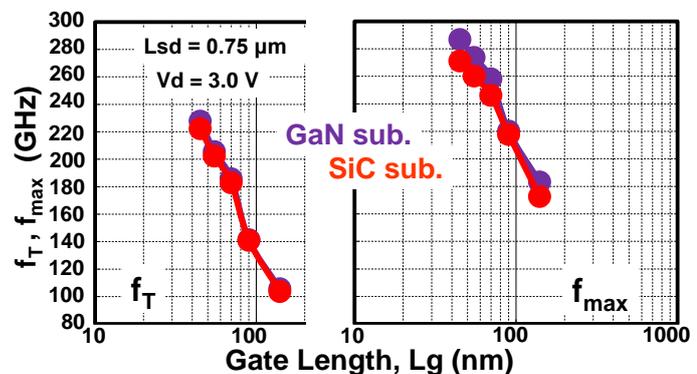


Fig.3 L_g dependence of f_T and f_{max} for the HEMTs on SiC or GaN substrate