

高抵抗 C ドープ GaN バッファ層を有する N 極性 GaN HEMT

N-polar GaN HEMT with high-resistivity C-doped GaN buffer layer

NTT 先端集積デバイス研, °吉屋 佑樹, 星 拓也, 堤 卓也, 杉山 弘樹, 中島 史人

NTT Device Technology Labs, NTT Corporation,

°Yuki Yoshiya, Takuya Hoshi, Takuya Tsutsumi, Hiroki Sugiyama, and Fumito Nakajima

E-mail: yuki.yoshiya.kx@hco.ntt.co.jp

【はじめに】

N 極性 GaN HEMT は、AlGaIn バックバリアによってシートキャリアを生成するため、Ga 極性のそれと比較して縦方向スケリングによる高周波性能向上に有利であり、高出力・広帯域特性を示す報告が多数なされている。N 極性 GaN HEMT では、ゲートリークを抑制するためのトップバリアの層、組成傾斜や Si ドープによるバックバリア層/バッファ層界面でのホール生成の抑制といった構造的工夫が、性能を引き出す上で重要となる。また、O₂ を取込みやすく残留キャリア密度が高くなりがちな N 極性 GaN においては、バッファリーク抑制のための高抵抗バッファ層が重要な役割を果たす。今回、C ドープした高抵抗 GaN バッファ層を有する N 極性 GaN HEMT を作製し、その性能を Ga 極性 GaN HEMT と比較評価したので報告する。

【実験方法】

a 軸方向に 4 度のオフ角を有する 3 インチサファイア基板を用いて、MOCVD 法により N 極性 HEMT 構造を作製した(図 1(a))。高抵抗バッファとして通常よりも低温・低 V/III 比で成長した C ドープ GaN (> 10² Ωcm)を用い、順次アンドープ GaN バッファ、Si ドープ GaN(正孔生成抑制層)、組成傾斜バックバリア層、チャネル層、および SiN キャップ層を成長した。素子間分離には ICP-RIE を用い、オーミック電極には Ti/Al/Ni/Au、ゲート電極には Ni/Au(ゲート長 $L_g = 700 \sim 7000$ nm)を用いた。比較のため、同様のプロセスを用いて Ga 極性のデバイスも作製した(図 1(b))。

【評価結果】

非接触で測定したエピウェハのシートキャリア密度(N_s)、電子移動度(μ)および $L_g = 700$ nm の素子の相互コンダクタンス(g_m)と最大ドレイン電流($I_{d,max}$)を表 1 に示す。N 極性 HEMT の移動度は、さらなる結晶品質の改善、バックバリア層やチャネル層の成長条件最適化により向上可能と考えている。 $L_g = 700$ nm の素子の RF 測定結果を図 2 に示す。N 極性 HEMT にて 100 GHz に迫る最大発振周波数(f_{max})を呈した。Ga 極性の特性($f_{max} \sim 120$ GHz)を下回るが、チャネル層・キャップ層薄層化(ゲート-チャネル間距離短縮)が N 極性の場合には容易であるため、薄層化による g_m 増大で改善すると考えられる。以上の結果は、高抵抗 C ドープ GaN バッファ上の N 極性 GaN HEMT が RF 応用に有望であることを示す。

表 1. エピウェハの N_s ・電子移動度、および HEMT ($L_g = 700$ nm)の DC 特性。

	N_s [cm ⁻²]	μ [cm ² /Vs]	$L_g = 700$ nm	
			g_m [mS/mm]	$I_{d,max}$ [mA/mm]
N極性	7.9×10^{12}	1410	123 @ $V_g = -2.6$ V, $V_{ds} = 20$ V	423 @ $V_g = 5$ V, $V_{ds} = 20$ V
Ga極性	7.3×10^{12}	1930	234 @ $V_g = -1.9$ V, $V_{ds} = 20$ V	671 @ $V_g = 5$ V, $V_{ds} = 20$ V

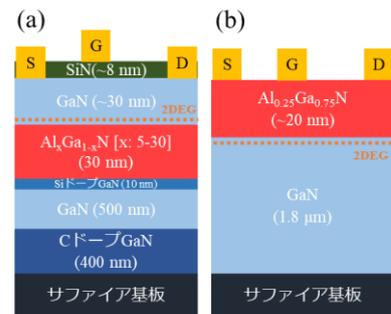
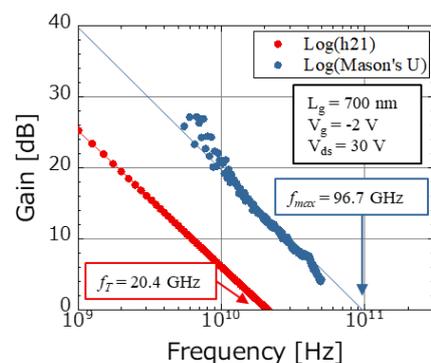
図 1. HEMT 構造。
(a) N 極性、(b) Ga 極性。

図 2. N 極性 GaN HEMT の RF 特性。