

AlGaIn/GaN HEMT における高圧水蒸気処理による電流コラプスの抑制

Current Collapse Suppression in AlGaIn/GaN HEMTs by High Pressure Water Vapor Annealing

福井大院工¹, 奈良先端科学技術大学院大学²,

○小林 洋平¹, 吉嗣 晃治², 徳田 博邦¹, 堀田 昌宏², 浦岡 行治², 葛原 正明¹

Graduate School of Engineering University of Fukui¹, Nara Institute of Science and Technology²,

○Yohei Kobayashi¹, Koji Yoshitsugu², Hirokumi Tokuda¹, Masahiro Horita², Yukiharu Uraoka²,

Masaaki Kuzuhara¹

E-mail : kobayashi2012y@gmail.com

はじめに AlGaIn/GaN HEMT は低抵抗・高耐圧・高温動作などの観点から、次世代パワーデバイスとして期待されている。しかし、高電圧を印加した際、低電圧印加時に比べてオン抵抗(R_{on})が増大する電流コラプスが問題となっている。電流コラプスを改善する手法としては、フィールド・プレート構造の導入[1]や O_2 プラズマによる表面保護膜形成前処理[2]などが報告されている。一方、高圧水蒸気 (High Pressure Water Vapor Annealing : HPWVA) 処理はゲート絶縁膜の膜質改善を目的とした処理として知られている[3]。今回我々は、AlGaIn/GaN HEMT において、HPWVA 処理を表面保護膜形成前処理として用い、その電流コラプス特性を調べたので報告する。

デバイス作製プロセス 試作には SiC 基板上に成長した $Al_{0.25}Ga_{0.75}N/GaN$ HEMT (AlGaIn 厚 : 25 nm) を用いた。素子分離、オーミック電極及びゲート電極を形成した後、HPWVA 処理を行った。処理条件として、圧力は 0.5 MPa、温度は 300 °C、時間は 30 分とした。その後表面保護膜として SiN 膜を成膜した。デバイス構造はゲート長 3 μm , ゲート-ドレイン間距離 10 μm である。

結果 図 1 に規格化動的オン抵抗 (Normalized Dynamic R_{on} : NDR) のオン時間依存性を示す。NDR は動的オン抵抗 (Dynamic R_{on}) と静的オン抵抗 (Static R_{on}) の比で定義した。オフ時間は 100 ms で一定とし、オン時間を 1 μs から 10 s まで変化させた。オフ時のドレイン電圧は 50 V とし、負荷抵抗は 5 k Ω を用いた。HPWVA 処理を行ったサンプルは NDR が小さく、HPWVA 処理を行わないサンプルに比べて電流コラプスによる影響が少ないことがわかる。また、NDR は複数の項を持つ以下の関数で表される[4]。

$$NDR = 1 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \exp\left(-\frac{t}{\tau_i}\right)$$

図 1 の破線は上式を用いて測定値をフィッティングしたものである。求めた τ_i を Shockley Read Hall 統計に代入することにより、 τ_i に対応するトラップ準位を求めた。結果を表 1 に示す。HPWVA 処理無しに比べて HPWVA 処理有りは全域にわたって捕獲電子密度に関連する α_i が減少していることがわかる。

結論 HPWVA 処理を表面保護膜形成前処理として用いた AlGaIn/GaN HEMT を試作し、電流コラプス特性を評価した。HPWVA 処理は、0.3~0.6 eV のトラップ準位に捕獲された電子を減少させる作用により、電流コラプスを効果的に抑制することがわかった。

参考文献 [1] Md. Tanvir. Hasan et al., IEEE Electron Device Lett., 34, 1379 (2013). [2] Y. Sakaida et al., CS MANTECH, Denver, 197 (2014). [3] K. Yoshitsugu et al., IWN2012, TuP-LN-12 (2012). [4] J. Joh and J. A. del Alamo, IEEE Trans. Electron Devices, 58, 132 (2011).

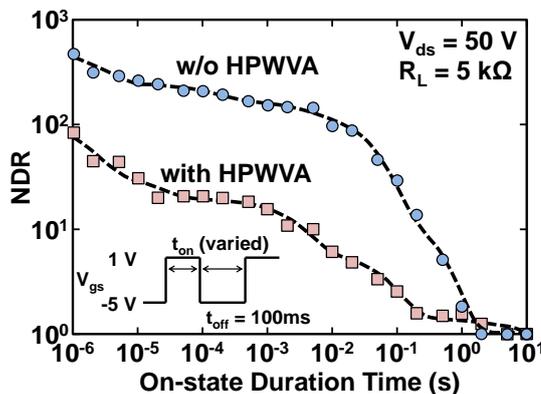


図 1 NDR の t_{on} 依存性

表 1 導出したトラップ準位

	τ_i (s)	α_i	$E_c - E_t$ (eV)
w/o HPWVA	2.5×10^{-6}	290	0.31
	1.5×10^{-4}	75	0.41
	3.0×10^{-3}	40	0.49
	4.4×10^{-2}	117	0.56
	4.0×10^{-1}	15	0.62
with HPWVA	1.7×10^{-6}	77	0.30
	2.0×10^{-5}	15	0.36
	3.0×10^{-3}	13	0.49
	7.1×10^{-2}	5	0.57
	4.4×10^0	0.4	0.68