

サーマルロックインによる GaN HEMT のゲートリーク電流箇所の同定

Location of Gate Leakage of GaN HEMT Observed using Thermal Lock-in Analysis

名古屋工業大学¹, 日本バーンズ² ○(B)崎田 由樹¹, 小林 久雄², 馬 強¹,
齊藤 裕人¹, 大崎 賢司¹, 伊東 俊祐¹, 分島 彰男¹

Nagoya Inst. of Tech.¹, Nippon BARNES² Y. Sakita¹, H. Kobayashi², Q. Ma¹, H. Saito¹,
K. Osaki¹, S. Ito¹, and A. Wakejima¹

E-mail: yoshikisakita0628@outlook.jp

GaN 系 HEMT の結晶欠陥に起因した局所的なリーク電流は、これまで、EL 発光や電流 AFM を用いた観察例が報告されている。[1,2] しかしながら、これらは、SD 間の電流が支配的な状況下の EL 発光や、ゲート電極の無い基板表面のリーク電流など、ゲートリーク電流との関係は未だはっきりとしない。今回、我々は、サーマルロックイン機能を用いることで、低ゲートバイアス時 ($V_g=2V$)において、ゲートリーク電流発生が推測される場所の発熱を確認できたので報告する。

評価に用いた試料は CREE 社製 CGH40010 GaN HEMT (Fig. 1) である。試料は良好なショットキー特性を示しており (Fig. 2)、順方向では $I_g=3.6mA(1mA/mm)$ 時に $V_g=2.2V$ 、逆方向では $V_g=-20V$ 時に $I_g=0.84\mu A$ であった。

評価には、赤外線温度測定装置 (QFI 社製 InfraScope™)、および、付属のサーマルロックイン機能を用いた。試料 (Fig. 1) は厚さ 4mm の銅製治具に搭載し、治具の背面温度を、評価装置のステージ温度 45°C に固定した。

サーマルロックイン評価の概略は次の通りである。周期的なバイアス印加の 1 周期内を 4 等分し、それぞれの時間内でデバイスの温度上昇を積分する (積分値= S_n , $n=1\sim 4$)。次に、In-Phase 積分 ($S_{InPhase}=S_1+S_2-S_3-S_4$) と Out-Phase 積分 ($S_{OutPhase}=S_2+S_3-S_4-S_1$) を求める。In-Phase と Out-Phase の位相差 (θ) を $\theta = \arctan(S_{OutPhase}/S_{InPhase})$ で求める。この θ の大きさにより、発熱箇所の深さが同定できる。

今回の評価では、周期的なバイアスとして、ゲート電極に On 時 (210msec) に 2 V、Off 時 (同) に 0 V のパルス電圧 (Duty=50%) を印加した。On 時の I_g は 2 mA であった。なお、ドレインは開放状態である。

Fig. 3 に試料表面の $S_{InPhase}$ のマッピング情報を示す。赤点線○のほぼ中央部分に局所的に $S_{InPhase}$ が大きい場所 (相対積分強度=1.92) が存在することが分かった。また、それ以外の場所の相対積分強度は 1.45 未満であることから、上記の部分において、他の領域には発生していない、異常発熱が発生していると言える。

一方、 $S_{OutPhase}$ は、Fig. 3 の赤点線部含めて、相対積分強度はノイズレベル (0.01 程度) であることから、 $\theta=0$ となった。このことから、Fig. 3 の赤線部の異常発熱箇所は、極めて表面に近い場所、つまりゲート部で発生していると推測される。

今回の報告では、市販の GaN 系 HEMT に対して、サーマルロックインによりゲートリーク電流が発生していると推測される場所の発熱を確認できた。

本研究は、NICT の「Beyond 5G 研究開発促進事業」の助成を受けたものである。

[1] T. Narita et.al., Applied Physics Express, Vol. 9, 031002

[2] J. Kotani et.al., physica status solidi (a)Vol. 213, p. 883

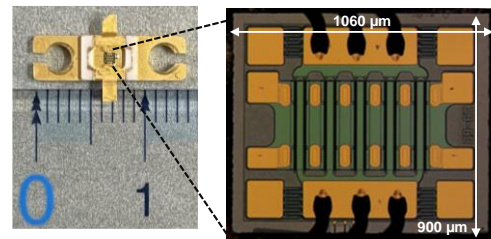


Fig. 1 Top view of commercial GaN-HEMT evaluated.

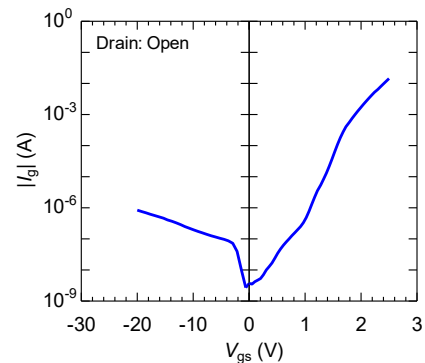


Fig. 2 Gate-to-source I - V characteristics.

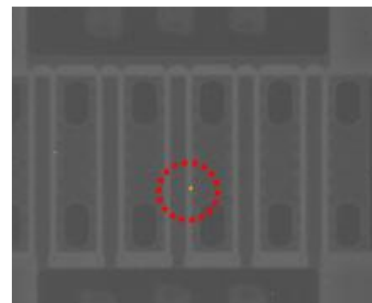


Fig. 3 Mapping of $S_{InPhase}$.