

サファイア基板上 GaN PSJ(分極超接合)トランジスタの600 Vスイッチング特性

600 V Switching Characteristics of GaN Polarization Super Junction (PSJ) Transistor on Sapphire

パウデック ○八木 修一, 平田 祥子, 中村 文彦, 松本 壮太, 中村 嘉孝, 河合 弘治

POWDEC K.K., ○Shuichi. Yagi, S. Hirata, F. Nakamura, S. Matsumoto, H. Nakamura, H. Kawai

E-mail : yagi@powdec.co.jp, info@powdec.co.jp

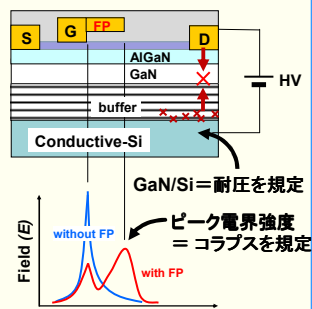


【1. 背景】高耐圧GaNパワートランジスタ実用化への課題

GaN パワートランジスタは、電流コラプス(スイッチング時の抵抗増大)が大きな課題となっている。

現行の技術である、FP(Field-Plate)と導電性 Si 基板との組み合わせでは、コラプス抑制が不十分であり、かつ、低耐圧化をもたらしている。

新規の道具立てを必要としている。

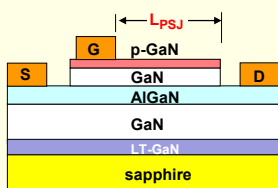


【2. 目的】

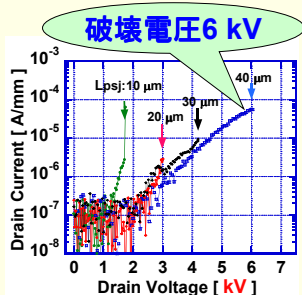
コラプスの完全抑制と高耐圧化を両立させる技術の提案と実デバイスでの検証 ⇒ **PSJ構造を提案**

【4. トランジスタの構成と DC特性】

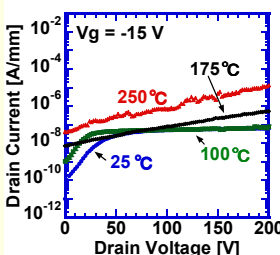
PSJトランジスタをサファイア基板上に形成



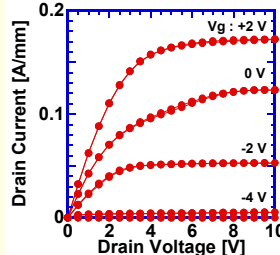
素子構造



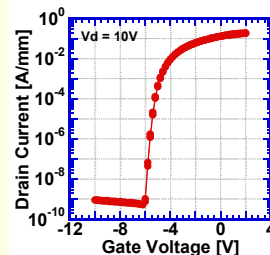
Off 耐圧のPSJ長 依存性



ドレインリーク電流の温度依存性

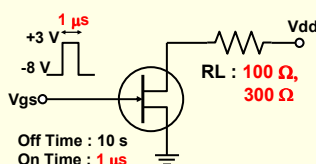


Id-Vd特性



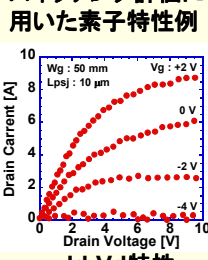
伝達特性

【5. スwitching特性】

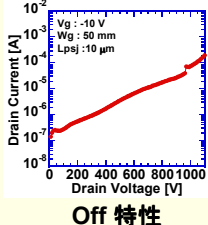


スイッチング評価回路図

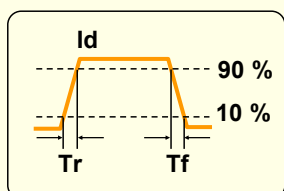
スイッチング評価に用いた素子特性例



Id-Vd特性

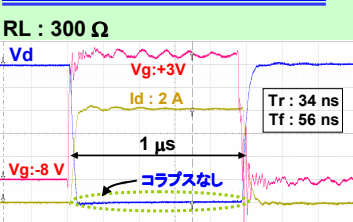


Off 特性

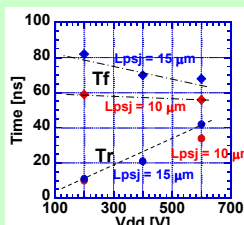


Tr; Tf の定義(10% - 90%)

600 V スwitching特性

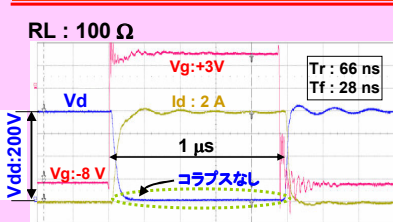


Vdd = 600 V スwitching 波形

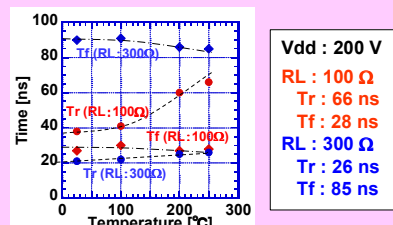


スイッチングスピードのVdd電圧依存性

250°C での スwitching特性



250°C スwitching 波形



スイッチングスピードの温度依存性

【6. 実験のまとめ】

- ① 破壊電圧はPSJ長さ(Lpsj)に比例し、Lpsj = 40 μm で 6 kV が得られた。
- ② 600 V スwitching に於いて、電流コラプスは(実験精度内で)検出されなかった。
- ③ 600 V スwitching に於いて、Tr ≈ 34 ns, Tf ≈ 56 ns であった。
- ④ 250°C の温度におけるスswitching で、コラプスフリーを確認した。

【8. 結論】

- ① GaN/Si エピ技術と FP 素子技術では両立が困難であった高耐圧性とコラプスフリー特性とを、成熟した GaN/sapphire エピ技術と PSJ 素子技術により実現した。
- ② 有効な放熱パッケージング技術を前提として、本システムの電圧振幅 600 V 以上の電力機器への適用可能性を示した。

【7. 課題】

サファイア基板を用いることの放熱問題・対策

候補技術

- ① サファイア基板剥離
- ② サファイア基板の極薄化
- ③ フリップ・チップ方式
- ④ 基板レス・ビルド方式

材料	比熱伝導度(W/mK)
Si	~140
GaN	~140
sapphire	~40

謝辞: 本研究はNEDO平成25年度イノベーション実用化ベンチャー支援事業を受けたものである。