

SiC-MOSFET を用いたチョッパ回路におけるスイッチング動作と磁界プローブを用いた放射ノイズの関係に関する基礎検討

神代 真也*, 松本 康貴*, 大塚 信也*, 川波 靖彦**, 山田 健伸**, 吐合 一徳**
(*九州工業大学, **株式会社 安川電機)

1 はじめに

近年、SiC や GaN、ダイヤモンドなどのワイドギャップ半導体材料を用いたパワーデバイスの実用化が進められている^[1]。これらパワーデバイスの高周波スイッチング動作と低損失化には、スイッチング動作時の現象理解と共にノイズの抑制などが望まれている。これまで筆者らは、これらワイドギャップ半導体のスイッチング特性と放射ノイズについて研究を進めている^{[2][3]}。本論文では、SiC-MOSFET を用いたチョッパ回路を対象に目標値の負荷電流値まで 8 回のオン・オフスイッチング動作を行い、ターンオンとターンオフ時の各スイッチング波形の電流の振動振幅値と放射ノイズ特性との関係について比較検討した。

2 実験装置および方法

実験回路は従来と同様のインダクタンス負荷のチョッパ回路であり^[4]、スイッチング素子は SiC-MOSFET を用いた。本測定では、ゲート-ソース間とドレイン-ソース間の電圧 V_{GS} と V_{DS} 、負荷電流 I 、および放射ノイズの周波数スペクトラム測定をミックスド・ドメイン・オシロスコープ (Tektronix, MDO4104-6, 1GHz, 5GS/s) を用いて同期測定した。放射ノイズには素子から 7cm 離れた位置に配置した磁界プローブ (100kHz-1GHz) を用いて測定した。本実験では、計 8 回のオン・オフスイッチングで目標値の負荷電流値となるようパルス条件を設定した。すなわち、8 パルスの入力を行っており、パルス数の増加に伴い I は増加する。直流印加電圧 V_{dc} は 150V、200V、250V、300V とした。

3 実験結果

Fig.1 に、一例として 8 パルス目のターンオフ時のスイッチング波形を示す。同図に示されるように、ターンオフ時に負荷電流 I に振動が重畳していることがわかる。この振動振幅値を I_{pp} とする。これはターンオン時でも同様に観測された。図中のハッチングで示される時間領域で、磁界プローブで測定された 1MHz~1GHz での最大スペクトル強度を最大放射ノイズ強度 I_{RN} と定義し、 I_{RN} と I_{pp} の関係を検討した。まず、 I の振動周波数と I_{RN} の周波数はほぼ一致していた。Fig.2 に、各 V_{dc} で 8 回のスイッチング動作を行ったときの各ターンオフ時の I_{RN} と I_{pp} の関係を示す。同図に示されるように、 I_{RN} は I_{pp} の増加に伴い増加した。この結果より、ノイズ強度は負荷電流の振動振幅値と関係があることがわかった。

4 まとめ

本論文では、SiC-MOSFET を用いたチョッパ回路を対象にオン・オフスイッチング動作を行い、ターンオンとターンオフ時の各スイッチング波形の電流の振動振幅値と放射ノイ

ズ特性との関係を検討した。その結果、最大放射ノイズ強度は負荷電流の振動振幅値と関係していることを明らかにした。

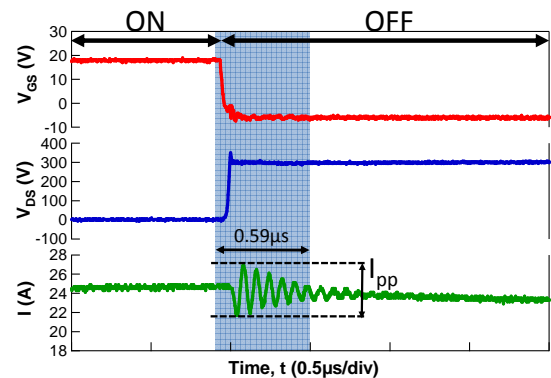


Fig.1 Switching waveforms at the turn-off of 8-th pulse ($V_{dc}=300V$)

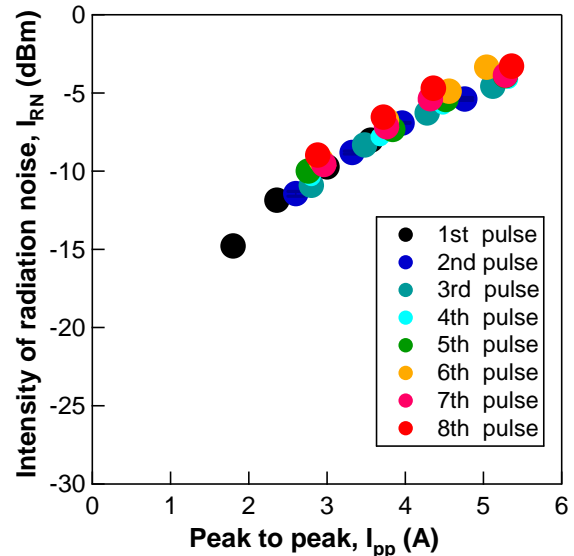


Fig.2 Relationship between I_{RN} and I_{pp} at the turn-off of each pulse for $V_{dc}=150\sim300V$

参考文献

- [1] S.Dimitrijević, et al., IEEE MIEL2014, pp.43-46 (2014)
- [2] 園田, 他, 平成 27 年電気学会全国大会 4-008 (2015)
- [3] 神代, 他, 平成 27 年度電気関係学会九州支部連合大会 13-1A-03 (2015)
- [4] 神代, 他, 平成 26 年度電気関係学会九州支部連合大会 03-1P-05 (2014)