

SiC-MOSFET の MHz 動作に向けた RCD スナバ用ダイオードの適性検証

山下 夕貴*, 古田 潤, 小林 和淑 (京都工芸繊維大学)

Verification of RCD Snubber Diode Optimized for MHz-Switching with SiC-MOSFET
Yuki Yamashita*, Jun Furuta, Kazutoshi Kobayashi (Kyoto Institute of Technology)

1. はじめに

日本企業を中心に SiC の関連事業を拡大する動きが活発化している⁽¹⁾. 高速スイッチングにより回路の小型・軽量化を行えるため, 電気自動車等への応用が期待される. 一方で高速化に伴う EMI ノイズや信頼性の低下が懸念される⁽²⁾. 対策の一つである RCD スナバ回路は, RC パラメータのみならず, ダイオードも最適なものを選定する必要がある. 本稿では SiC-MOSFET の高速スイッチングに焦点を当て, 動特性評価により最適なスナバダイオードを選定する.

2. 検証方法

SiC-MOSFET の動特性評価は, 電源電圧 100V, ドレイン電流 5A のダブルパルス試験により行った. 測定回路を図 1 に示す. 点線で囲った回路部分が RCD スナバである. スナバダイオード D_{snub} の適性検証にあたり, 以下に示す 3 つの条件で測定した.

条件 1. RCD スナバ回路なし

条件 2. D_{snub} に Si-FRD (mur869)

条件 3. D_{snub} に SiC-SBD (C3D04060F)

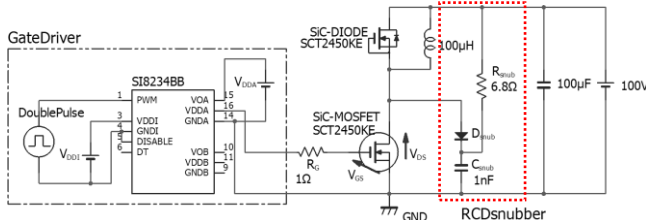


図 1 ダブルパルス試験による測定回路

Fig.1 Measurement circuit by Double Pulse Test

3. 測定結果と評価

図 2 にスイッチング波形の測定結果, 表 1 に特性値を示す. Turn OFF では, スナバなしのリングングピーク $V_{ds_ring\ off}$ 値を基準とすると, Si-FRD で 38.6%, SiC-SBD で 51.2% の抑制率となった. Turn ON では, スナバなしのスイッチング時間 T_{on} を基準とすると Si-FRD が 10.4% 遅延するのにに対し, SiC-SBD は 0.3% とほぼ遅延が生じない.

V_{ds} の周波数特性を図 3 に示す. スナバにより, 30~80MHz の高周波ノイズが抑制される. SiC-SBD では 130, 150MHz の高周波成分が比較的大きいが, 80, 100MHz 付近のノイズ強度が弱く, 局所的に抑制率が高い.

D_{snub} による特性の違いは, 構造によると考えられる. 金属半導体接合の SiC-SBD は, 電荷蓄積されず逆回復が起こ

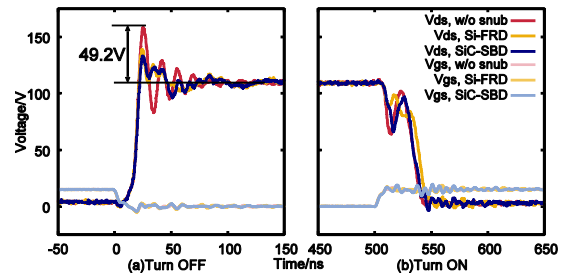


図 2 SiC-MOSFET の動特性

Fig.2 Dynamic characteristics of SiC-MOSFET

表 1 スイッチング特性
Table1 Switching characteristics

	$V_{ds_ring\ off}$ [V]	T_{on} [ns]
条件 1 (w/o snubber)	49.2	38.4
条件 2 (Si-FRD)	30.2	42.4
条件 3 (SiC-SBD)	24.0	38.5

* T_{on} : V_{gs} の 10% から, V_{ds} が 10% に下降するまでの時間.

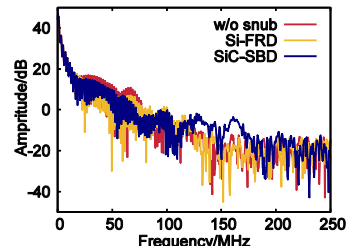


図 3 V_{ds} の周波数特性

Fig.3 Frequency characteristics of V_{ds}

らないが, 半導体-半導体接合の Si-FRD では起こる. この逆回復特性の違いが T_{on} や周波数特性に影響を与えている.

4. まとめ

SiC-MOSFET の高速スイッチングにおいて, RCD スナバ回路に最適なダイオードの検証を行った. 高速スイッチングの場合, 遅延を最小限にとどめながら, ノイズ抑制を効果的に行える SiC-SBD が適する.

謝辞

本研究は, JST 京都地域スーパークラスタープログラムの支援による.

文献

- (1) 日経エレクトロニクス, “次世代パワー半導体 II 飛躍する SiC と GaN”, 日経 BP 社, (2013).
- (2) IEEE Trans. On Power Electronics, Vol.29, No.5, pp.2393-2407, (2014).