

トランスフォーマールド SiC-MOSFET パワーモジュールの高温スイッチング試験

High Temperature Switching Test of SiC-MOSFET Half-Bridge Power Modules installed in In-Wheel Motor

○谷本 智^{1,3}, 山下 真理¹, 児嶋 伸夫¹, 鈴木 達広¹, 荒木 祥和¹, 佐藤 伸二², 赤津 観³

¹日産アーキ・パワーエレクトロニクス解析室, ²産総研・ADPERC, ³芝浦工大・SIT 総研

○Satoshi Tanimoto,^{1,3} Mari Yamashita,¹ Nobuo Kojima,¹ Tatsuhiko Suzuki,¹

Sawa Araki,¹ Shinji Sato² and Kan Akatsu³

PEAL-DAD, NISSAN ARC, Ltd.,¹ ADPERC, AIST,² SIT Laboratories, Shibaura Inst. Tech.³

E-mail: s-tanimoto@nissan-arc.co.jp

1. 概要: この度、NEDO-SIP 機電一体 EV インホイールモータ (IWM) 内部に組み込むトランスフォーマールド超小型 SiC-MOSFET ハーフブリッジパワーモジュール (HBPM) 試作品の高温スイッチング (SW) 試験を実施したところ、最大目標ケース温度 $T_C = 200^\circ\text{C}$ まで極めて安定に turn-on, turn-off できること確認したので報告する。試験はダブルパルス試験であって、典型的な SW 条件は 600 V, 105~115 A であった。使用状況では起りえないより過酷な条件: $T_C = 250^\circ\text{C}$, 600 V, 150 A での SW も達成した。

2. 実験: 実験サンプルは IWM 搭載用に日産アーキで内製した HBPM 群の中から任意に選んだ 1 個である。モジュールの上下アームそれぞれには定格 DC1200 V, 150 A の SiC-MOSFET (国内半導体メーカ製) 1 個が置かれ、還流ダイオード FRD はない。このため、同期整流駆動方式で SW が行われた。HBPM の構成及び室温での SW 試験の結果は文献[1, 2]などで報告している。高温ダブルパルス試験は産総研で実施した。Fig. 1 に示すように、HBPM (中継 PCB の下に隠れている) は所定の T_C に昇温したホットプレートの上に直接置き、下アームの MOSFET を SW した。オシロスコープでドレイン電圧 V_{DS2} 、ゲート電圧 V_{GS2} 、負荷電流 I_L 波形を記録した。ドレイン電流 I_{D2} の測定は行っていない。

3. 結果: $T_C = 50^\circ\text{C}$ からスタートして、 50°C 刻みで温度上昇させて、最大 250°C まで SW 試験を実行した。Fig. 2 は最大目標温度 $T_C = 200^\circ\text{C}$ ときの SW 波形である。本 HBPM においては、このような高い温度でも理想的な SW が行われているのがわかる。2 発目の電圧パルスの時間軸を引き伸ばして、 V_{DS2} の値が 90%→10%、10%→90% に遷移する時間をここではターンオン時間 t_{ON} 、ターンオフ時間 t_{OFF} と定義することになると、 200°C では $t_{ON} = 65 \text{ ns}$, $t_{OFF} = 57 \text{ ns}$ (Fig. 2b) であった。

200°C で安定した SW が観察されたことから、 $I_L = 150 \text{ A}$ に上げ、封止樹脂のガラス転移温度を上回る温度 $T_C = 250^\circ\text{C}$ で SW 試験を実行したところ、同様に安定した SW が観察された。 $t_{ON} = 68 \text{ ns}$, $t_{OFF} = 67 \text{ ns}$ であった。

【謝辞】本研究の一部は NEDO-SIP プログラム (大森達夫 PD) の一環として実施された。封止樹脂をご提供いただいたパナソニック AIS 社、浅野卓也氏に深謝する。

【文献】[1] 谷本, エポキシ樹脂技術協会, 46 期第 3 回特別講演会 (2018 年 12 月 12 日、市ヶ谷) 予稿集。

[2] 谷本, 応用物理学会 ADPS 第 5 回講演会 (2018 年 11 月 6 日、京都) 会誌, Vol. 5-1 (2018), pp. 181-182.

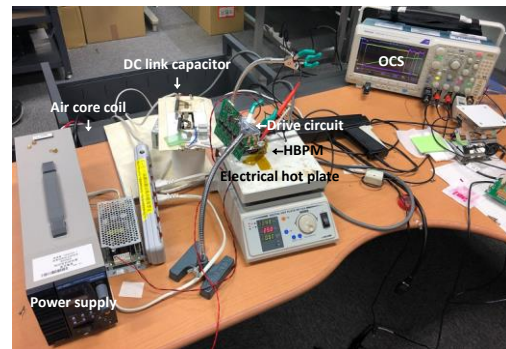


Fig. 1 Double pulse switching test apparatus just when tested at $T_C = 250^\circ\text{C}$

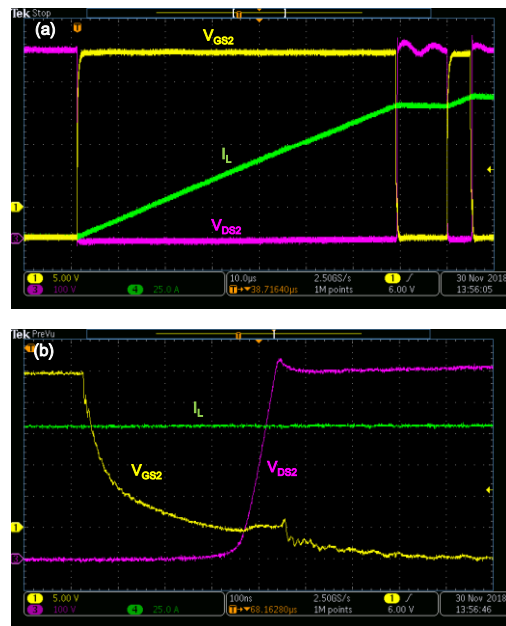


Fig. 2 Double pulse switching waveform for $V_{DS2} = 600 \text{ V}$ and $I_L = 105\sim115 \text{ A}$ at $T_C = 200^\circ\text{C}$: (a) entire region and (b) turn-off transient