

## 40 kW 機電一体インホイールモータ・インバータ搭載 SiC パワーモジュール

SiC Power Modules for an Inverter built in 40 kW In-Wheel Electronics Motor

○谷本 智<sup>1,3</sup>, 原 綾音<sup>1</sup>, 山下 真理<sup>1</sup>, 鈴木 達広<sup>1</sup>, 荒木 祥和<sup>1</sup>, 佐藤 伸二<sup>2</sup>, 赤津 観<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 日産アーク・パワーエレクトロニクス解析室, <sup>2</sup> 産総研・ADPERC, <sup>3</sup> 芝浦工大・工学部

○Satoshi Tanimoto<sup>1,3</sup>, Ayane Hara<sup>1</sup>, Mari Yamashita<sup>1</sup>, Tatsuhiro Suzuki<sup>1</sup>,  
Sawa Araki<sup>1</sup>, Shinji Sato<sup>2</sup> and Kan Akatsu<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PEAL-DAD, NISSAN ARC, Ltd., <sup>2</sup> ADPERC, AIST, <sup>3</sup> Dep. Electrical Eng., Shibaura Inst. Tech.

<sup>1</sup> E-mail: s-tanimoto@nissan-arc.co.jp

**1. 概要:** NEDO-SIP の一課題としての『EV 機電一体インホイールモータ (IWM) 技術開発』が進行中である。著者らはインバータ (INV) の開発を担当している。「40 kW」「空冷」「操舵輪装着」「4段階巻線切り換え」「5 相交流ドライブ」等の意欲的なスペックを実現するため、IWM 内部の電磁石コイルの至近距離に、ハーフブリッジ・パワーモジュール (HPM) 10 個を配置し、電気的に接続する。本講演では、最近、試作が完了した HPM (Type 4R 一次試作) の仕様と構造、初期評価結果を速報する。

**2. 仕様:** 内径 159 mm の IWM の中に HPM、10 個を組み込まなくてはならない。ロータの上部に厚み 20 mm の円盤状の設置空間が用意されているが、実は中心角 360°のうち 90°相当の扇形領域は減速機に占拠されるので、HPM (と駆動回路) 一個に割り当てられた敷地は中心角 27° (= 270°/10)、半径 78.5 mm の使いにくい狭小な扇形ということになる。上下アームの主回路の寄生インダクタンス値  $L_p$  及び  $L_p$  値の不均衡、並びに、上下アームの放熱性の不均衡を最小化するために、ラミネート構造にした起立型入出力電源端子を中央に置き、この端子を挟み上下アームに、低オン抵抗 SiC パワー MOS (国内半導体メーカー製) 各 1 個を面対称に並べる構成とした [1]。敷地狭小の制約から SBD は設けず、MOS を逆導通させて転流させる同期整流駆動方式を採用した。放熱経路の熱抵抗を抑えるために、高熱伝導 SiN 白板を使用した両面 Cu 貼り絶縁回路基板 (Sub) を用いた。Cu-Mo 合金を Cu で挟持した低熱膨張ベースプレート (BP) の採用、並びに、純 Al を素材とした新拡散接合技術の適用により、高伝熱性と長期冷熱ストレス耐性を兼備した Sub/BP 構造を実現した。 ([1] T. Suzuki et al, Mater. Sci. Forum **897** (2017) p. 677)。

**3. 製作と結果:** Fig. 1 の写真は試作した HPM, Type 4R の外観である。外寸は W35.7×D18.8×H\*7.0 mm (\*PPS ハウジングトップ) であって、上記狭小扇形の内部に HPM がきちんと収まった。ダイアタッチには共晶 Au-Ge (m.p.=356°C) はんだを、端子取付けには共晶 Au-Sn (m.p.=282°C) はんだを、ソース/ゲートと絶縁回路基板との接続には太線 Al ワイヤボンドを用いた。封止材は耐熱 200°C、5000 時間超のシリコーンゲルであった。パルスモードで電流 100 A 付近のオン抵抗 (室温) を測定したところ、上アームが 12.8 mΩ、下アームが 12.9 mΩ であった。Fig. 2 は下アームの W パルス試験のスイッチング波形である。

**【謝辞】** 本 HPM の製作にご協力いただいたアライドマテリアル、三菱マテリアル、信越化学、デンカ、青山特殊鋼、ヘッセメカトロニクス各社関係者に謝意を表す。

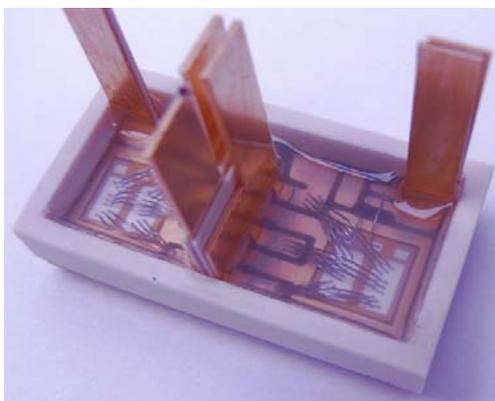


Fig. 1 A full SiC half bridge power module, Type 4R, prototyped for 40 kW-IWM drive

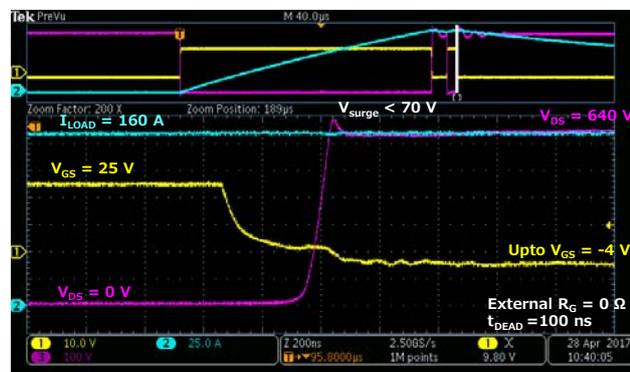


Fig. 2  $V_{DS}$  and  $V_{GS}$  turn-off switching wave forms of the lower arm for the module Type 4R as a result of a double pulse test where  $V_{DS} = 640V$  and  $I_{LOAD} = 160 A$ .