

## 両面冷却型フルSiCパワーモジュールを適用した 環境対応自動車向けインバーターを開発

SiCチップの多並列化等により電力損失を60%低減し同体積で電力容量を約2倍に拡大

株式会社日立製作所(執行役社長兼 COO:東原 敏昭/以下、日立)と日立オートモティブシステムズ株式会社(取締役社長兼 COO:関 秀明/以下、日立オートモティブシステムズ)は、このたび、環境対応自動車向けの高効率かつ高出力なインバーターを開発しました。これにより、環境対応自動車の長距離走行や快適な加速性能の実現に貢献します。本インバーターは、低損失化が可能なSiCパワー半導体<sup>\*1</sup>(SiC-MOSFET<sup>\*2</sup>)を複数並列実装したパワーモジュールと高速スイッチングが可能な配線実装構造を適用することで、日立従来比<sup>\*3</sup>で電力損失を60%削減し、同体積での電力容量を約2倍に拡大しました。

欧米や中国などでは、CO<sub>2</sub>や窒素酸化物などの削減を義務づけた環境規制が段階的に強化されており、環境対応自動車のニーズが高まっています。それに伴い、ハイブリッド電気自動車をはじめとする環境対応自動車の普及に向けた電費改善や輸送力向上が求められています。これらに 대응するには、電動化車両に搭載されるコンポーネントの高効率化や高出力化が不可欠です。日立と日立オートモティブシステムズでは、車両の走行や発電に欠かせないモーターを制御するインバーターの電力損失低減による高効率化と高出力化に取り組んできました。今回、先に開発したSiC・GaNの並列実装技術<sup>\*4</sup>と両面冷却型パワーモジュール技術<sup>\*5</sup>を応用し、フルSiCパワーモジュールとそれを用いた環境対応自動車向けインバーターを開発しました。適用した技術の特徴は以下の通りです。

### (1)負荷電流の均等化を実現するパワー半導体の制御信号配線の実装技術

並列に接続されたパワー半導体では、周辺の配線が持つ電気特性の違いでスイッチングのタイミングがずれると早くオンした半導体や遅くオフする半導体に電流が集中します。電流が集中する半導体はデバイスの信頼性を保つために電流を制限する必要があり、その結果電力容量を大きくすることができませんでした。そこで、今回、各半導体のオンオフのタイミングを等しくするため、先に開発した並列実装技術を応用し、各半導体への制御信号線の長さを均一化する配線基板を開発し各配線の抵抗特性<sup>\*6</sup>を揃えることに成功しました。これにより、SiC半導体の低抵抗な特性を十分に引き出すことができ、電力容量の拡大を実現しました。

### (2)高速なスイッチングを可能とする金属製冷却フィンによる磁場エネルギーの削減技術

インバーターにおける電力損失の低減には、パワー半導体のオンオフを素早く切り替えることが必要です。このためには、スイッチング時に配線へ蓄えられる磁場エネルギーを低減することで負荷電流と電圧をスムーズに切り替え半導体で生じる損失を低減することが課題でした。開発したインバーターでは、負荷電流の向きが互いに逆になるように配線を重ね、両面冷却型パワーモジュールの缶状の金属製冷却フィンの中に実装する構造としました。これにより、冷却フィンは内蔵した配線が作り出す磁場を打ち消すことで配線に蓄えられた磁場エネルギーの低減を実現しました。

今回開発したインバーターは、低損失化が可能な SiC-MOSFET に流れる電流を均等化させる並列実装技術と高速なスイッチングが可能な配線実装技術により、従来と比べ損失を 60%低減し、同じ体積のインバーターと比較すると電力容量を約 2 倍に拡大することを実現しました。

今後も日立と日立オートモティブシステムズは、電気自動車やハイブリッド電気自動車をはじめ環境対応自動車向けに搭載されるインバーターの高効率化と高出力化に向け、両面冷却型パワーモジュールなどのキーテクノロジーを活用することで、性能向上に貢献する革新的な技術開発を進めていきます。

なお、今回開発した両面冷却型フル SiC モジュールを、10 月 30 日(一般公開日)から東京ビックサイトで開催される「第 44 回東京モーターショー2015」に出展する予定です。



図 1 開発したインバーター



図 2 両面冷却型フル SiC モジュール



図 3 チップ並列接続構造

- \*1 パワー半導体: 直流を交流に変換してモーターを駆動したり、マイコンや制御回路を動作させたりする電源の制御や電力の供給をするシステムに使用される半導体。
- \*2 SiC-MOSFET: Silicon Carbide Metal-Oxide Semiconductor Field Effect Transistor
- \*3 Si-IGBT を用いた従来型車載用インバータとの比較。
- \*4 SiC・GaN の並列実装技術(2014 年 6 月 26 日発表): パワー半導体の制御信号配線長と主配線の抵抗特性を均一化した並列実装技術を開発し、片面パワーモジュールに比べ電力容量を 200%に拡大した。
- \*5 両面冷却型パワーモジュール(2011 年 11 月 21 日): Si パワー半導体を両面から冷却するパワーモジュールを試作し、放熱性能を 35%向上するとともにパワーモジュール床面積を 50%低減した。
- \*6 抵抗特性: 直流電流や交流電流が流れる電気配線の、電流の流れにくさを表す特性。

## ■照会先

株式会社日立製作所 研究開発グループ 情報企画部 [担当:鈴木、黒澤]  
〒319-1292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号  
電話 0294-52-7508 (直通)

以上

---

このニュースリリース記載の情報(製品価格、製品仕様、サービスの内容、発売日、お問い合わせ先、URL 等)は、発表日現在の情報です。予告なしに変更され、検索日と情報が異なる可能性もありますので、あらかじめご了承ください。

---