

未来社会創造事業 探索加速型  
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域  
年次報告書(探索研究期間)

令和2年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:赤津 観]

[国立大学法人 横浜国立大学工学研究院知的構造の創生部門・教授]

[研究開発課題名:銅損9割低減可能な新パルス駆動永久磁石同期モータ  
(MRM)]

実施期間 : 令和4年4月1日～令和5年3月31日

## §1. 研究開発実施体制

### (1)「赤津」グループ(横浜国立大学)

① 研究開発代表者:赤津 観 (横浜国立大学 工学研究院、教授)

② 研究項目

- ・MRM の磁気回路設計
- ・MRM の磁石磁束密度動作点の測定

### (2)「和田」グループ(東京都立大学)

① 主たる共同研究者:和田 圭二 (東京都立大学 システムデザイン学部、教授)

② 研究項目

- ・パルス電流発生回路の並列動作研究
- ・パルス電流発生回路の連係動作研究

### (3)「大村」グループ(九州工業大学)

① 主たる共同研究者:大村 一郎 (九州工業大学 大学院生命体工学研究科、教授)

② 研究項目

- ・大電流パルス用パワーモジュール開発
- ・大電流パルス用実装技術開発

### (4)「高宮」グループ(東京大学)

① 主たる共同研究者:高宮 真 (東京大学 生産技術研究所、教授)

② 研究項目

- ・過電流・サージ電圧センサの開発
- ・パワーデバイス破壊回避ゲートドライバ IC

## §2. 研究開発成果の概要

各テーマの計画に対して今年度に得られた主な成果は以下である。

### 【1. 赤津グループ(横浜国立大学)の研究成果】

ロータに磁石を埋め込んだ IPMSM タイプの MRM において特に低速領域で通常 IPMSM よりも高効率であることを明らかにし、ステータ磁石量を低減した改良型 MRM によりさらなる効率向上が可能であることを示した。また、ロータに磁石を用いないモータである Flux Switching Motor の MRM 適用を検討し、実機を制作し 400A パルスでの駆動を確認した。

使用磁石については Sm-Co 磁石を用いたパルス着磁減磁実験においてパルス電流による渦電流影響を明らかにし、磁石分割によりその影響を排除できることを明らかにした。

### 【2. 和田グループ(東京都立大学)の研究成果】

MRM 駆動のための共振回路を用いたパルス電流発生回路について、多相化および多並列化方式を提案した<sup>1)</sup>。三相のパルス電流発生回路を試作し、三相巻線にピーク±100 A、50 Hz のパルス電流出力を達成した。さらに、単相二並列のパルス電流発生回路を試作し、2 つの負荷巻線に同時に±100 A、10 Hz のパルス電流を流せることを実験により明らかにした。

### 【3. 大村グループ(九州工業大学)の研究成果】

モジュールの小型化とゲート配線の低インダクタンス化を両立できる TopCool 型 500A 通電可能な IGBT の設計が完了した。2 並列チップによる 1000A 駆動を成立見込み。

モジュール並列駆動時に問題となる電流アンバランスを駆動電圧調整により均一化できることを明らかにした。

### 【4. 高宮グループ(東京大学)の研究成果】

MRM 向けに、ゲート端子から測定可能、かつ、IGBT がオン中の過電流が検出可能な世界初の過電流検出手法を提案・実証した。さらに、IGBT がオン中にゲート端子からの測定により過電流検出/保護機能を全て 1 チップに集積した世界初のゲートドライバ IC を提案・実証した。パルス定格 200 A の IGBT に対する 300 V での実測で、810 ns の遅延で 370 A の過電流検出/保護に成功した。

#### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Kyosuke Shimo, Keiji Wada, “Bipolar Pulse Current Magnetizer for Driving a Magnetization Reversal Motor”, IEEJ Journal of Industry Applications, Vol. 11, No.6, 2022, p.798-806

以上