

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 研究開発年次報告書

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]

[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2年11月1日～令和3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. 研究開発実施の概要

【1 赤津グループ(横浜国立大学)】

MRM の磁石動作点測定を目的に、20A(2920AT)パルスで低保磁力磁石を着減磁しながらテスト用 MRM の駆動を実施し、磁石動作点をパルス電流により正負に制御できることを確認した。また MRM 用低保磁力磁石として Nd 磁石と Sm-Co 磁石の特性を取得した。

【2 和田グループ(東京都立大学)】

MRM 回路にパルス電流を供給するための電力変換回路を新たに検討し、モータのインダクタを積極的に活用した LC 共振現象によるパルス電流発生回路の提案を行った。この回路により、1,000A のパルス電流を MRM を模擬した LR 回路の供給できることをシミュレーションにより明らかにした。この回路は、双方向スイッチを用いた単相ブリッジ回路構成で三相分を出力できることに特長がある。

【3 大村グループ(九州工業大学)】

R3 年度目標である最大 200A,100 μ s パルス発生用モジュールの仮想設計を行った。1 パルス当たりデバイス損失を想定しパワー半導体素子の導通抵抗の許容値を計算した。本回路ではパルス間隔は比較的長く、100 μ s パルス発生時に集中的にパワー半導体が発熱するため長期信頼性を考慮してチップ温度のスイングを定める必要があることが分かった。

【4、高宮グループ(東京大学)】

ゲートドライバの出力電圧からパワーデバイスの負荷電流(ドレイン電流)を推定する技術を開発した。一時的にゲートドライバのゲート電流をゼロにしてゲートドライバの出力電圧(ゲート電圧)を測定することによりデジタルゲートドライバのようなゲート電流可変条件下でも負荷電流を正確に推定できる点が特徴である。負荷電流 5 A から 80 A、接合温度 25 °C から 125 °C の範囲において IGBT に対して実測と負荷電流推定を行った結果、推定誤差+ 5.2 % / -4.6 %以下を達成した。