

令和3年8月18日

## 学位論文の審査要旨

学位論文申請者氏名：楊 挺 (YANG Ting)

論文題目：Research on Model Predictive Control for Interior Permanent Magnet Synchronous Motors Fed by Four-Switch Three-Phase Voltage Source Inverter

和訳：4スイッチ三相電圧形インバータにより駆動される永久磁石埋込型同期モータのモデル予測制御に関する研究

### 論文の概要及び判定理由

現在、永久磁石埋込型同期モータ (Interior Permanent Magnet Synchronous Motor: IPMSM) は、高効率、高出力密度、高トルク電流比、広い速度範囲などの利点により多くの分野で利用されている。本論文では、電圧形インバータにより駆動される IPMSM のスイッチング素子の故障に対するフォールトトレラントな制御手法を提案している。ここでは、モデル予測直接トルク制御により3つの空間ベクトルを持つ2つのスイッチングシーケンスに対し、コンデンサ電圧の平衡化を考慮し、空間ベクトルのスイッチング時間を最適化することで、固定子鎖交磁束指令への追従性という観点から最適なスイッチングシーケンスを導出する。提案手法では、従来の最適化に対する重み係数を用いた複雑な設計プロセスが回避できるとともに、IPMSM のトルクリプルを大幅に抑制可能である。提案手法の有効性は、シミュレーションならびに実機実験により従来手法と比較することで定量的に検証している。

以上より、本論文は EV や産業用モータに多用される IPMSM の用途拡大と性能改善に大きく貢献できるもので有り、また高い理工学的価値を有していることから、博士 (理工学) の学位に値するものと判定した。

審査年月日 令和3年7月30日

### 審査委員

主査 群馬大学学術研究院 教授 小林 春夫 印

副査 群馬大学学術研究院 准教授 高橋 俊樹 印

副査 群馬大学学術研究院 准教授 栗田 伸幸 印

副査 群馬大学学術研究院 名誉教授 石川 赴夫 印

副査 群馬大学学術研究院 教授 橋本 誠司 印

## 関連論文

- 1 著者名 Ting Yang, Seiji Hashimoto, Takahiro Kawaguchi and Wei Jiang  
論文題目 Model Predictive Torque Control of Interior Permanent Magnet Synchronous Motor powered by Three-phase Four-switch Voltage-source Inverter  
(三相 4 スイッチ電圧形インバータによる永久磁石埋込型同期モータのモデル予測トルク制御)  
雑誌名 International Core Journal of Engineering 第 7 巻 第 4 号  
455 頁～461 頁 2021 年 4 月
  
- 2 著者名 Ting Yang, Takahiro Kawaguchi, Seiji Hashimoto and Wei Jiang  
論文題目 Switching Sequence Model Predictive Direct Torque Control of IPMSMs for EVs in Switch Open-Circuit Fault-Tolerant-Mode  
(スイッチ開閉路フォールトトレラントモードにおける EV のための IPMSM のスイッチングシーケンスモデル予測直接トルク制御)  
雑誌名 Energies 第 13 巻 第 21 号 5593 (15 頁) 2020 年 10 月

## 参考論文

- 1 著者名 Ting Yang, Ryosuke Honda, Takahiro Kawaguchi, Seiji Hashimoto, Song Xu, Masayuki Kigure and Makoto Shibuya  
論文題目 Online Learning Algorithm-Based High-Efficient Control of IPM Motors  
(オンライン学習アルゴリズムに基づく IPM モータの制御)  
雑誌名 Proc. of The 4<sup>th</sup> IEEE Int. Conf. on Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS2021) VF-001902 (5 頁) 2021 年 5 月
  
- 2 著者名 Ting Yang, Seiji Hashimoto, Takahiro Kawaguchi and Wei Jiang  
論文題目 A switching sequence model predictive direct torque control of IPM motors  
(IPM モータのスイッチングシーケンスモデル予測直接トルク制御)  
雑誌名 Proc. of Int. Conf. on Technology and Social Science 2020 (ICTSS2020) IPS10 (6 頁) 2020 年 12 月

※ 掲載決定のものも記載すること