

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14703 号
------	---------------

氏 名 今井 幸司

論 文 題 目

ベクトル空間分解に基づく二重三相永久磁石同期モータの位置
センサレス制御

(Position Sensorless Control Methods for Dual Three-phase
Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Vector Space
Decomposition)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	教授	道木 慎二
委員	名古屋大学	未来材料・システム研 究所	教授	山本 真義
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	藤井 俊彰
委員	早稲田大学	理工学術院	教授	近藤 圭一郎

論文審査の結果の要旨

今井幸司君提出の論文「ベクトル空間分解に基づく二重三相永久磁石同期モータの位置センサレス制御」は、移動体の電動化を加速させるため、モータ駆動システムの更なる高出力かつ高信頼化が可能な二重三相永久磁石同期モータ (Dual Three-Phase Permanent Magnet Synchronous Motor:DTP-PMSM)への期待が高まる中、モータ駆動システムにおいて利用価値の高い位置センサレス化に対して、ベクトル空間分解に基づく系統間非干渉化モデルを利用することで、DTP-PMSMの位置センサレス制御の確立を目的としたものである。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景を整理し、研究目的について述べる。モータの歴史を踏まえて、多相化の潮流を説明し、研究対象であるDTP-PMSM 駆動システムを説明する。その後、DTP-PMSM 駆動システムの制御で主に用いられるベクトル空間分解とその技術展望について述べ、ベクトル空間分解に基づく位置センサレス制御の検討の必要性を説明する。本論文の目的と独自性を述べ、最後に本論文の構成を示す。

第2章ではDTP-PMSM 駆動システムについて整理する。座標系を定義し、各座標の変換行列を整理した上で、三相二相変換と回転変換に基づく二重巻線モデルとベクトル空間分解に基づく系統間非干渉化モデルの数式モデリングを説明する。その後、両モデルのベクトル制御系の設計を示し、過変調駆動の制御系設計を説明する。最後に位置センサレス制御の技術課題について述べる。

第3章ではDTP-PMSM の低速域位置センサレス制御について検討する。高周波電圧重畳法は、高周波信号重畳を伴う電流制御系として構成されるため、まず、高周波信号重畳を伴う電流制御系一般について考察する。この考察に基づき、トルク脈動の抑制と良好な過渡応答を実現可能な、信号重畳を伴う系統間非干渉化モデル電流制御系を提案する。その後、提案した電流制御系に基づき、系統間非干渉化モデルに基づく低速域位置センサレス制御として、差系統高周波電圧重畳法を提案する。最後に、提案した高周波信号を伴う電流制御系と位置センサレス制御の有効性をトルク脈動、電流制御の過渡応答、位置推定性能の観点から、実機実験で検証する。

第4章ではDTP-PMSM の中高速位置センサレス制御について検討する。まず、二重巻線モデル上の拡張誘起電圧オブザーバについて述べ、過変調駆動による拡張誘起電圧オブザーバの課題を明確化する。次に、その課題を解決するために、系統間非干渉化モデル上の拡張誘起電圧オブザーバとして、和系統拡張誘起電圧オブザーバを提案し、その有効性を実機実験で示す。拡張誘起電圧オブザーバはモータパラメータを利用する手法であるため、最後に二重巻線モデルに基づく手法と系統間非干渉化モデルに基づく提案法におけるパラメータ変動に対する推定性能を比較解析し、実機実験で解析の妥当性を検証する。

第5章では本研究の成果をまとめ、提案法定期養生の注意点を説明しつつ、今後の課題を示す。位置センサレス制御の残課題である、全速域位置センサレス制御におけるDTP-PMSMの優位性について、本論文の提案法の適用可能性について議論する。これに加えて、パラメータ変動に対する中高速域位置センサレス制御のロバスト設計や低速域位置センサレス制御のために検討した高周波信号重畳法を用いた制御の高付加価値化などの今後の課題についても説明する。

以上のように、本論文は、高出力かつ高信頼性なモータ駆動システムを実現するDTP-PMSM の普及拡大に不可欠な位置センサレス化の確立に向け、ベクトル空間分解の特徴を活かした新たな位置センサレス制御手法を提案するものであり、DTP-PMSM 駆動システムの位置センサレス制御の高性能化に貢献する。更に、高性能な多相PMSM の位置センサレス制御はその駆動システムの低コスト化に寄与するため、本論文は動力源の電動化の加速という点で工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である今井幸司は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。