

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 (2871) 号
------	----------------

氏 名 松木 洋介

論文題目

定電圧振幅楕円に着目した新しい座標系を用いた永久磁石同期
モータ駆動システムの高性能化に関する研究
(A Study on High Performance Permanent Magnet Synchronous
Motor Control Based on a New Coordinate System That Focused
on the Constant Voltage Amplitude Ellipse)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	道木 慎二
委員	名古屋大学	教授	片山 正昭
委員	名古屋大学	教授	加藤 丈佳
委員	中部大学	教授	長谷川 勝

論文審査の結果の要旨

松木洋介君提出の論文「定電圧振幅楕円に着目した新しい座標系を用いた永久磁石同期モータ駆動システムの高性能化に関する研究」は、電動化による動力の高効率化が求められる中、主流となりつつある永久磁石同期モータ駆動システムにおいて、瞬時トルクが制御可能という意味で理想的制御法として確立しているベクトル制御が、アプリケーションによっては状態測定や計算量の煩雑さ等から導入できず、現実解として性能を犠牲することで簡素化した様々な制御で代替されていることに着目し、まず簡素化と性能低下の関係を明らかにした上で、制御に利用される座標系に着目することで性能低下を緩和した新しい制御法を提案している。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、まず、本論文の背景として、動力の電動化の歴史と意義について述べ、主流になりつつある永久磁石同期モータ（PMSM）駆動システムの基本的な構成とその課題、問題点について触れる。それらを踏まえ、本論文で着目する新しい座標系（n-t座標系）とそれを用いた問題解決のコンセプトについて述べている。

第2章では、PMSM制御法の比較・整理し、各制御法の特徴を明らかにしている。まず、瞬時トルクが制御可能な理想解としてのベクトル制御法について、その礎となるd-q座標系に焦点を当てつつ触れている。その後、ベクトル制御が導入できない場合に、現実解として導入されてきた様々な制御を紹介し、その構成上の差異、それに伴う性能低下について明らかにしている。

第3章では、前章で述べた制御法における性能低下を解決するために、各制御法の差異について注意深く考査を行い、その性能差の原因が軸間干渉に起因していることを明らかにしている。そして、定電圧振幅楕円に着目した新しい座標系（n-t座標系）の導入を提案している。これは、従来、交流モータ制御において軸間干渉を実現するために大前提とされてきたd-q座標系を離れ、モータが電圧振幅が管理された定電圧源で駆動されることに着目することにより、定電圧振幅楕円の法線・接線に同期するように導かれた座標系である。この座標系では、非ベクトル制御時においても軸間干渉を緩和することが可能であることを明らかにしている。本研究が目指すベクトル制御が適用できない案件における制御性能向上に向けた重要な知見である。

第4章では、前章で得られた知見を、電圧位相制御+電圧振幅制御を対象として、n-t座標系を利用した制御器を実際に導出している。実際に軸間干渉が緩和されることを理論的に導出したうえで、実機実験においても検証を行い、その有効性を明らかにしている。

第5章では、簡易位置センサレス制御へのn-t座標系の適用について検討を行っている。理論的な解析を行い、n-t座標系の導入により、従来、理想的なベクトル制御を簡素化・代替することで速度の二乗に比例して不安定化していた制御系が速度の一乗に比例するように改善されていることが明らかにされた。この結果も、永久磁石同期モータ駆動システムの適用範囲拡大に有用な知見である。

第6章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、定電圧振幅楕円に着目した新しい座標系とその効果を明らかにしている。これらの新しい座標系とそれに基づく制御法は、永久磁石同期モータを利用した動力の高効率化の適用対象を大幅に拡大することを可能とし、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松木洋介君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。