

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14697 号
------	---------------

氏 名 片桐 高大

論文題目

直流ブラシモータにおけるアーク放電を考慮したサージおよび電磁ノイズのモデリングに関する研究
(A Study on Surge and Conducted EMI Modeling for a DC Brush Motor Considering Arc Discharges)

論文審査担当者

主査	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	横水 康伸
委員	名古屋大学	未来材料・システム研究所	准教授	今岡 淳
委員	九州大学	システム情報科学研究 院	教授	庄山 正仁

論文審査の結果の要旨

片桐高大氏の博士論文「直流ブラシモータにおけるアーク放電を考慮したサージおよび電磁ノイズのモデリングに関する研究」は自動車をはじめとする様々な機器・システムで使用される直流ブラシモータとパワーエレクトロニクス機器を組み合わせたシステムについて、その設計開発段階におけるシミュレーションを活用した電磁ノイズ対策のフロントローディング設計を実現するためのモデリング技術開発について論じている。

第 1 章では、研究の背景としてモビリティ未来社会の安心・安全で快適な実現には、電磁ノイズ技術が密接に関係していることに言及し、シミュレーションを活用した電磁ノイズ対策のフロントローディング設計の実現には、そのモデリング技術開発が重要であることを記述している。研究の目的としては、自動車における代表的な電磁ノイズ発生源としてパワーエレクトロニクス機器と直流ブラシモータが挙げながら、パワーエレクトロニクス機器単体の電磁ノイズ解析技術が確立されつつあることにも触れ、研究の対象範囲は(1)直流ブラシモータ、(2)両者を組み合わせたパワエレシステムとしている。

第 2 章では直流ブラシモータを含んだパワエレシステムにおける伝導ノイズについては、ノイズ伝搬経路とノイズ源のモデリング手法の観点から 3 つの手法に体系的にまとめている。そのなかで本論文は、物理現象に基づきスパイクサージや伝導ノイズを定量的に予測するために、「モータ等価回路モデルにブラシ-整流子片間モデルを組み合わせる手法」に着目し、ノイズ伝搬経路であるモータ等価回路モデル、ノイズ源であるブラシ-整流子片間モデルについて研究の意義も述べている。

第 3 章では、スパイクサージ波形の分析と分類を行い実測したスパイクサージ波形が定常アークと間欠アークの有無により 4 種類に分類できることを示し、それらの詳細なメカニズムを分析することでスパイクサージ波高値が最大となる条件を特定している。

第 4 章では、ノイズ伝搬経路である等価回路のモデリング手法を示している。直流ブラシモータの等価回路モデリング手法に関して単スロットのインピーダンス特性について回転角依存性が生じ、さらにスロット間の磁気結合と接続配線等の寄生インダクタンスを考慮することで、単スロットの組み合わせでフルスロットのインピーダンス特性を表現できるブラシモータの等価回路を構築し、伝搬経路である等価回路のモデリング手法を確立している。第 5 章では、ノイズ源であるブラシ-整流子片間のモデリング手法を示している。直流ブラシモータにおけるアーク放電を伴わない場合のモデルを発展させ、定常アークと間欠アークを考慮したブラシ-整流子片間モデルを構築することで、アーク放電を伴う場合においても、スパイクサージ波高値の定量的な予測を可能とするモデリング手法を確立している。

第 6 章では、直流ブラシモータの伝導ノイズ解析手法を示す。今回提案するモデリング手法により、直流ブラシモータ単体動作時の伝導ノイズを 9 dB 以内の精度で予測できるだけでなく、定常アークや間欠アークが伝導ノイズに及ぼす影響を推定することが可能である議論について実証評価を行っている。この評価によりスパイクサージだけでなく伝導ノイズについても解析での定量的な予測を可能とする直流ブラシモータのモデリング手法を確立している。

第 7 章は、直流ブラシモータとパワエレ機器の組み合わせシステムにおける伝導ノイズ解析手法を示している。まず、パワエレ機器として試作した降圧 DC-DC コンバータについて 0.1 ~ 108 MHz で 6 dB 以内の精度で伝導ノイズを再現できるモデリング手法によりパワエレシステム全体においても伝導ノイズを定量的に解析できることを述べる。

第 8 章では、本研究の成果と開発したモデリング手法の展望について総括している。

このように本博士論文では、複雑システムであったパワーエレクトロニクス回路と直流ブラシモータの融合システムにおける伝導ノイズモデルを構築し、その高精度化を実機を含めて実証評価したことで、応用側における複雑システムでのフロントローディング設計へ大きな貢献を果たすこと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片桐高大氏は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。