

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	コンシクエントポール形ベアリングレスモータの磁気支持力発生原理の理論検証と新しい構造に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	野口孝浩
Author(English)	Takahiro Noguchi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12377号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:千葉 明,藤田 英明,萩原 誠,竹内 希,清田 恭平,杉元 紘也,朝間 淳
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12377号, Conferred date:2023/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	野口孝浩	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	千葉明	教授	清田恭平	准教授
	審査員	藤田英明	教授	杉元紘也 (外数)	特定准教授
		萩原誠	准教授	朝間淳一	静岡大学准教授
竹内希		准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

従来の機械的ベアリングにおける摩擦・摩耗等の問題点を解決するために、非接触でモータを回転可能なベアリングレスモータが注目されている。ベアリングレスモータは、非接触で回転子を磁気支持するとともにトルクを発生させることができる。したがって、潤滑油不要、無摩耗・無摩擦、メンテナンスフリー、長寿命、低振動、省エネルギーなど、多くの特長がある。ベアリングレスモータはこれまでの間に、遠心ポンプや人工心臓用遠心ポンプ、バイオリアクタ用攪拌機、プロセスチャンバ用回転テーブル、フライホイール、コンプレッサ、冷却ファンへの応用が検討されている。

ベアリングレスモータは支持制御電流の観点から 2 種類に分類することができる。SPM ベアリングレスモータは、磁気支持力発生のために交流の支持電流が必要である。半径方向の磁気支持力を発生させるためには、回転子極数に対して $\pm 2$ 極の支持磁束が必要であることが明らかになっている。一方、コンシクエントポール形、ホモポーラ形ベアリングレスモータの支持電流は直流であり、回転子の角度検出が不要であるという特長がある。磁気支持力を発生させるためには回転子極数に依らず 2 極の支持磁束が必要である。角度検出が不要なコンシクエントポール形、ホモポーラ形の場合、所望の方向に、正確に磁気支持力が発生するような構造設計が必要である。しかし実際には、ギャップ中に含まれる磁束密度の高調波成分により、磁気支持力の方向の角度誤差が生じ、最悪の場合、回転子と固定子が接触、すなわちタッチダウンする恐れがある。したがって、設計の段階で磁気支持力の脈動を低減し、角度誤差を小さくする必要がある。これまでに、コンシクエントポール形回転子における巻線配置や回転子形状の工夫による角度誤差低減の対処方法は提案されているが、磁気支持力に対する詳細な数式や解析結果との比較による理論の検証は示されていない。

本論文では、ギャップ磁束密度に基づいた表面磁石貼付形の磁気支持力発生原理を拡張し、コンシクエントポール形に対しても適用可能な新しい磁気支持力の統一理論を提案している。磁気支持力の解析結果とギャップ部における磁束密度から磁気支持力を算出した結果を比較することで、統一理論の有効性を明らかにしている。

第一章では、ベアリングレスモータに関する研究背景と分類を示し、研究目的と意義を明らかにしている。

第二章では、コンシクエントポールベアリングレスモータの研究動向と課題を明らかにしている。現状の課題を示し、本論文の目的、研究課題の解決策を明らかにしている。

第三章では、ベアリングレスモータの半径方向の磁気支持力発生原理の理論構築を行っている。電磁気学的にベアリングレスモータの磁気支持力発生原理を示し、数式を用いて磁気支持力の理論式を導出している。コンシクエントポールベアリングレスモータの磁気支持力は SPM 形ベアリングレスモータと同様で、回転子極数の $\pm 2$ 極成分によって発生することを明らかにしている。

第四章では、トルクと磁気支持力の関係を明らかにしている。また、コンシクエントポールと SPM における磁気支持力のオフセット成分の影響を比較し、それらの相違点を明らかにしている。

第五章では、コンシクエントポールベアリングレスモータにおける磁束密度の直流成分と磁気支持力の関係を明らかにしている。また、試作した 20 極 24 スロットのコンシクエントポールベアリングレスモータにおけるギャップ磁束密度を実測し、磁束密度の直流成分が発生することを実験的に明らかにしている。

第六章では、磁気支持力の発生原理に基づいて、角度誤差を低減可能なコンシクエントポールベアリングレスモータの設計例と実機検証の結果を示している。モータ巻線並列形をコンシクエントポールに適用し、角度誤差を低減可能な新しい巻線配置を示している。20 極 24 スロットが角度誤差を最も低減するスロットコンビネーションであることを明らかにしている。

第七章では、本論文のまとめを記載している。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。