The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	磁気ギアードモータの運転領域拡大に関する研究
Author(s)	森元, 瑛樹
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/69560
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　森元瑛樹　）	
論文題名	磁気ギアードモータの運転領域拡大に関する研究

論文内容の要旨

永久磁石式同期モータは、高いトルク密度と効率を持つモータとして知られ、家電や自動車などの分野で応用されているが、永久磁石によるコイルの鎖交磁束が変化しないため、電気自動車のトラクションモータなどに要求される幅広い運転領域をもつことが難しい。現在では、弱め界磁制御による運転領域拡大手法が広く用いられているが、高速域での効率の低下が課題であることから、広運転領域をもつ可変磁束モータの研究が盛んに行われている。現在までにさまざまな方式の可変磁束モータが提案されているが、定格出力に見合わないインバータ容量を要する、特性変更にエネルギーを消費する、磁束の可変幅が広いなど、磁束の可変方式ごとに課題が残されており、可変磁束モータの実用化例は少ない。

本論文では、これらの可変磁束モータが抱える課題を解決することを目的として、磁気歯車とモータを一体化した磁気ギアードモータの2つの運転領域拡大手法について検討した。

第1章では、研究背景と先行研究について述べ、本論文の目的を示した。種々の可変磁束モータが抱える課題をまとめ、提案する2つの可変特性磁気ギアードモータによってそれらが解決できる可能性があることを述べた。

第2章では、1つ目の運転領域拡大手法として、磁気ギアードモータのギア比の可変化を挙げ、それを実現する磁気無段変速機とモータを一体化した磁気無段変速機一体型モータ（磁気CVTモータ）について述べた。はじめに磁気CVTモータの構造提案を行い、動作原理をエアギャップ中に生じる変調波磁束位相を計算することで説明した。また、磁気CVTモータ独自の制御手法を提案した。有限要素解析と試作機による実験検証を行った結果、設定した目標ギア比に応じて実際のギア比と出力特性を変化させられることを確認した。

第3章では、2つ目の運転領域拡大手法として、磁気ギアードモータの性質を利用した可変磁束化を挙げ、磁気ギアードモータの変調波磁束を利用した可変磁束磁気ギアードモータについて述べた。はじめに、先行研究で発見されていた磁気ギアードモータのトルク定数の変化ついて考察を加え、主磁束と空間的に同次の変調波磁束が主磁束と強めあい・弱めあいを起こし、しかも負荷によって変動することを明らかにした。また、この可変磁束特性の原理を踏まえた磁気ギアードモータの最大トルク制御を提案した。さらに、負荷に対するトルク定数変化に支配的なパラメータを明らかにし、より磁束変化が大きくなる可変磁束磁気ギアードモータを設計した。設計した可変磁束磁気ギアードモータに対し有限要素解析と試作機による実験検証を行った結果、最大で71.9%の磁束変化が得られ、負荷に応じて受動的に大きく出力特性が変化することを明らかにした。

第4章では、各章の成果と課題を要約し、本論文をまとめた。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　森元　瑛樹　）	
論文審査担当者	（職）　氏　名 主 査　教授　平田　勝弘 副 査　教授　荒井　栄司 副 査　教授　中谷　彰宏 副 査　教授　南埜　宜俊 副 査　教授　浅田　稔 副 査　教授　菅沼　克昭 副 査　准教授　宮坂　史和

論文審査の結果の要旨

近年、家電や自動車などの分野で、低速高トルクから高速低トルクまでの広い運転領域をもつモータが要求されている。しかし、これらの分野で広く利用されている永久磁石式モータは、広い運転領域での利用には不向きである。したがって、その課題を解決する可変磁束モータの研究が盛んに行われている。可変磁束モータは、一部の実用化例も含めさまざまな構造が提案されているが、定格出力に見合わないインバータを必要とする、可変特性のためにエネルギーを必要とする、磁束の可変幅が狭いなどそれぞれ課題を有しており、更なる技術開発が望まれている。

これを受け、本論文では、従来の可変磁束モータの課題を解決する新しい可変特性モータを提案することを目的に、非接触の磁気歯車とモータを一体化した磁気ギアードモータを用いた 2 つの運転領域拡大手法を提案している。

本論文は 4 章構成であり、第 1 章では可変磁束モータの研究背景と本論文の目的が述べられている。

第 2 章では、1 つ目の運転領域拡大手法として挙げたギア比の可変化を実現する、磁気無段変速機とモータを一体化した磁気 CVT モータを提案している。提案する磁気 CVT モータは、3 相交流と 6 相交流の重畳電流を単一の巻線に印加することで動作する。まず磁気 CVT モータの構造と動作原理が示され、さらに目標のギア比を維持するための制御手法が提案されている。目標ギア比ごとの負荷特性を評価した結果、N-T 特性が目標ギア比に応じて変化することが示されている。また、負荷の変動によらずロータのギア比は保たれることから、提案制御手法の有効性が示されている。

第 3 章では、2 つ目の運転領域拡大手法として挙げた磁束の可変化を実現する、受動的な可変磁束特性をもつ可変磁束磁気ギアードモータを提案している。ここで提案される可変磁束磁気ギアードモータは、主磁束と、それに同期する変調波磁束が負荷の強さに応じて強めあい・弱めあいを起こす現象を利用して磁束を変化させる。したがって、負荷に対して受動的に磁束が変化し、磁束変化にエネルギーを消費せず、大容量のインバータも必要としない。提案構造の可変磁束特性を評価した結果、最大負荷時に対する無負荷時の磁束減少率が 71.9%と十分に大きい値が得られることが示されている。さらに、可変磁束の原理を踏まえた磁気ギアードモータの最大トルク制御を提案している。最大トルク制御下の負荷特性を評価した結果、i_d=0 制御と比較して可変磁束特性がより向上することが示されている。

第 4 章では、これらの成果がまとめられている。

実用化に向けてはいくつか課題が残されているが、それらを解決するための具体的な指針も示されており、磁気ギアードモータの可変特性モータとしての応用を十分に期待させる内容である。特に可変磁束磁気ギアードモータは、従来の可変磁束モータがもつ課題を解決する新しい可変磁束モータとして有効であるといえる。

したがって、本論文は今後の可変特性モータの技術発展に寄与するものであるといえることから、博士論文として価値のあるものと認める。