

Title	車両走行用モータへの応用に向けた可変磁束モータの研究
Author(s)	小原, 章
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.18910/72378
DOI	10.18910/72378
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

論文内容の要旨

氏名 (小原 章)

論文題名

車両走行用モータへの応用に向けた可変磁束モータの研究

論文内容の要旨

近年、環境保全への意識の高まりにより、電気自動車 (Electric vehicle : EV) やハイブリッド車 (Hybrid Electric vehicle : HEV) の普及が進んでいる。これらの自動車は駆動力の一部または全部を電気モータに依存しており、モータ性能が自動車の走行性能へ与える影響はますます大きくなっている。

すでに市販されているEV・HEVの多くは、永久磁石式モータや誘導モータを採用している。一般的に永久磁石式モータは、他方式のモータに比べてトルク密度が高く、低速域のモータ効率も高い。一方で、中高速域においては弱め界磁制御を用いることによる効率低下が課題となっている。誘導モータは永久磁石 (希土類磁石) を用いないために安価に製造することができ、永久磁石の調達リスクも低減することができるために普及率は高くなっている。しかしながら、トルク密度が永久磁石式モータより低いため、自動車の発進や登坂時の性能を向上させるためには、モータそのものを大型化する必要がある。また、永久磁石を用いないモータとしては、リラクタンس力によってトルクを発生するスイッチトリラクタンスマータの応用が期待されているが、動作原理に起因する振動や騒音の大きさが問題となっており、一部の実験車両を除いて実用化には至っていない。

このように、自動車の走行用モータには高トルク密度・レアアースフリー・高効率運転領域の拡大という要求があるが、すべての要求を満たすことのできるモータはこれまでに実現されていない。

第一章では、自動車走行用モータの研究課題を始め、可変磁束モータの技術動向について述べている。

第二章では、界磁巻線を持たない可変磁束リラクタンスマータを提案し、その動作原理と駆動特性を2次元有限要素法を用いて明らかにした。また、界磁巻線を有する可変磁束リラクタンスマータと特性を比較することで、界磁巻線を省略した場合でも、同様の動作原理で駆動可能であることを明らかにした。これにより、可変磁束リラクタンスマータの高出力・高効率化に加え、生産性向上の可能性を示した。さらに、試作機を用いた実験によって解析結果との比較を行うことで、その有効性を示した。

第三章では、従来方式のモータ (永久磁石同期モータ・誘導モータ・スイッチトリラクタンスマータ) と回転速度-トルク特性の比較を行った。提案モータの定出力運転速度範囲は他のモータに比べて数倍大きく、中高速域におけるモータ効率も高いことを示した。界磁磁束の変化に対するインダクタンス変化量への影響や、弱め界磁制御の効果に着目し、提案モータにおいて良好な結果が得られたメカニズムを解明した。

第四章では、解析と実験によって、提案モータとスイッチトリラクタンスマータの振動の比較を行った。解析による比較では、電圧印加方式の違いによって、提案モータの方が振動が小さくなることを示した。一方、入力電流波形を統一した比較においては、極スロット数の組み合わせによって、提案モータは固有振動モードとの共振が生じやすく、SRMよりも振動が大きくなることがわかった。実験においても同様の比較を行い、解析結果と同様の傾向が見られることを示した。

第五章では、各章の内容を総括し、本論文をまとめている。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (小 原 章)			
	(職)	氏	名
論文審査担当者	主 査	教授	平田 勝弘
	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	土井 祐介
	副 査	准教授	宮坂 史和

論文審査の結果の要旨

近年では、環境保全への意識の高まりにより、電気自動車(Electric vehicle:EV)やハイブリッド車(Hybrid Electric vehicle:HEV)の普及が進んでいる。これらの自動車は駆動力の一部または全部を電気モータに依存しており、モータ性能が自動車の走行性能へ与える影響はますます大きくなっている。自動車の走行用モータには高トルク密度・レアアースフリー・高効率運転領域の拡大という要求があるが、すべての要求を満たすことのできるモータはこれまでに実現されていない。これを受け、本論文では従来型モータの課題解決を目的に、要求動作点に対してモータ特性を任意に変化させる、新しい可変磁束モータの提案を行っている。

第一章では、自動車走行用モータの研究課題を始め、可変磁束モータの技術動向について述べている。

第二章では、界磁巻線を持たない可変磁束リラクタンスモータを提案し、その動作原理と駆動特性を2次元有限要素法を用いて明らかにしている。また、界磁巻線を有する可変磁束リラクタンスモータと特性を比較することで、界磁巻線を省略した場合でも、同様の動作原理で駆動可能であることを明らかにしている。これにより、可変磁束リラクタンスモータの高出力・高効率化に加え、生産性向上の可能性が示されている。さらに、試作機を用いた実験によって解析結果との比較を行うことで、その有効性が示されている。

第三章では、従来方式のモータと回転速度-トルク特性の比較を行っている。提案モータの定出力運転速度範囲は他のモータに比べて数倍大きく、中高速域におけるモータ効率も高いことが示されている。界磁磁束の変化に対するインダクタンス変化量への影響や、弱め界磁制御の効果に着目し、提案モータにおいて良好な結果が得られたメカニズムが明らかにされている。

第四章では、解析と実験によって、提案モータとスイッチトリラクタンスモータの振動の比較を行っている。解析による比較では、電圧印加方式の違いによって、提案モータの方が振動が小さくなることが示されている。一方、入力電流波形を統一した比較においては、極スロット数の組み合わせによって、提案モータは固有振動モードとの共振が生じやすく、SRMよりも振動が大きくなることがわかった。実験においても同様の比較を行い、解析結果と同様の傾向が見られることが示されている。

第五章では、各章の内容を総括し、本論文をまとめている。

以上のように、本論文は今後の可変磁束モータの技術発展に寄与するものであるといえ、博士論文として価値のあるものと認める。