

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文)	キャリア高調波で自己励磁可能な磁石フリーモータとその制御手法の創生		
研究テーマ (英文)	Innovation of Magnet-Free Motor Self-Excited with Carrier Harmonics and Its Control Algorithm		
研究期間	2019年～2020年	研究機関名 国立大学法人 静岡大学	
研究代表者	氏名	(漢字)	青山 真大
		(カタカナ)	アオヤマ マサヒロ
		(英文)	AOYAMA Masahiro
	所属機関・職名	国立大学法人 静岡大学工学部電気電子工学科・助教	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	
		(英文)	
	所属機関・職名		

概要 (600字～800字程度にまとめてください。)

本研究では、今日様々な用途で広く採用されている”永久磁石式同期モータ“の代替技術の構築を行った。当該モータに用いられるネオジウム磁石は産出地が偏在しており社会情勢による価格変動リスクがあることや高価なため、産業界においてレアアースフリーで高性能なモータの技術が強く望まれている。具体的に以下の研究を実施した。

1. 従来損失として消費されていた高調波磁束をモータ性能向上に利用

集中巻ステータ構造はコイル周長が短くなることから小型化と銅損低減の面で利点がある一方、構造上不可避に高調波磁束が生じてしまいモータ損失(鉄損)を増加させる短所があった。本研究では磁石を電磁石に代替し、その電磁石を構成するロータ巻線をダイオード整流回路結線する特長を有する。その結果、高調波磁束によって界磁エネルギー源を得ることができる自励技術を確立できる。磁石の50%を電磁石に代替し、その原理を実機検証にて確認し、駆動特性および効率マップも明らかにした。

2. キャリア高調波による自励技術

今日、インバータを用いてPWM制御駆動によって可変速駆動を実現しているが、PWM制御によって不可避にキャリア高調波磁束が生じ、それによってモータ損失(鉄損)が増加するという問題がある。本研究ではそのキャリア高調波を電磁共振技術の利用によってモータ性能向上に利用する。上記1で確立した技術を基盤として、ロータ巻線整流回路にLC並列共振回路を付加する技術を考案した。原理検証機にて設計した共振周波数近傍にてトルク特性が向上することを実機検証にて確認し、その基盤技術を確立できた。

3. 最適な制御手法の構築

キャリア周波数は回転速度の変化とともに任意の値に変更することができる。ここで可変界磁技術として望まれる技術は低回転域で界磁量が強く、高回転域で界磁量が弱いことである。したがって、上記2の技術でキャリア周波数と共振する周波数でLC並列共振回路を構成し、低回転域では設計した共振周波数に一致するキャリア周波数で駆動し、高回転域では異なるキャリア周波数で駆動させる。それによって受動的にロータ側界磁量を調整することができ、可変速特性の拡大を実現できる。回路シミュレータによってその技術基盤を構築できた。

今後、本研究成果を基盤として電動車用10kWサイズの試作を行い、有用性の検証を進めていく所存である。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）						
雑誌	論文課題	空間高調波を利用した受動可変界磁 PM モータの提案と実機検証				
	著者名	熊井巧・青山真大	雑誌名	電気学会論文誌 D		
	ページ	1 ~ 12	発行年	2 0 2 1	巻号	Vol. 141, No. 4
雑誌	論文課題	空間高調波を利用した受動可変界磁 PM モータへのロータ巻線回路力率調整適用の実機検証				
	著者名	熊井巧・青山真大	雑誌名	電気学会論文誌 D		
	ページ	1 ~ 10	発行年	2 0 2 1	巻号	Vol. 141, No. 6
雑誌	論文課題	空間高調波自励式巻線界磁形同期モータにおける可変速特性の考察				
	著者名	青山真大・熊井巧	雑誌名	電気学会半導体電力変換/モータドライブ合同研究会資料		
	ページ	1 ~ 6	発行年	2 0 2 1	巻号	MD-21-025
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

In this research, the following two types of harmonic fluxes that are inevitably generated will be used to improve motor performance. The first is a second space harmonic generated by the concentrated winding stator structure. The second is carrier harmonics generated by PWM control. This study was conducted in two stages. The first is the construction of variable magnetic flux technique using space harmonic. Compared to the conventional motor, 50 % was replaced with an electromagnet, which was composed of windings connected to a diode rectifier circuit. The principle and drive characteristics were demonstrated by the prototype. The second is to combine the LC parallel resonance technique with the technique constructed in the first in order to utilize the carrier harmonic efficiently. It was demonstrated that the torque characteristics are improved near the resonance frequency designed by the prototype. Then, the technique has been established which the amount of field flux can be adjusted by changing the carrier frequency by circuit simulation. As a future works, it is planed to study the improved machine and to study its practicality by conducting tests under various conditions.