

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	VIBRATION AND ACOUSTIC NOISE REDUCTION OF SWITCHED RELUCTANCE MOTOR BY ANALYTICAL CURRENT DERIVATION AND RADIAL FORCE SHAPING
著者(和文)	FaresEl-Faouri
Author(English)	Fares El Faouri
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12855号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:千葉 明,藤田 英明,赤塚 洋,萩原 誠,清田 恭平,小坂 卓
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12855号, Conferred date:2024/9/20, 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	Fares El-Faouri		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	千葉明	教授	審査員	清田恭平	准教授
	審査員	藤田英明	教授		小坂卓	名古屋工業 大学・教授
		萩原誠	准教授			
赤塚洋		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

近年、地球温暖化の問題を解決するために、CO₂の排出量を低減する必要がある。CO₂の排出の一因は発電であり、特に、火力発電はCO₂を排出している。我が国においては、発生した電力の5から6割はモータにより消費されている。そこで、国内外では最も多く使用されている汎用モータである誘導電動機の効率規制が実施されている。

誘導電動機の効率は徐々に向上してきているものの、さらなる効率向上は容易ではなく、今後は永久磁石モータ、シンクロナスリラクタンスモータ、スイッチドリラクタンスモータ、その他に適用が拡大すると予想される。誘導電動機は、商用電源に直結できるため、インバータなどが不要という特長があるが、回転子巻線にも誘導電流が流れるため、回転子での銅損も多く、効率向上が容易でない状況にある。

このような状況で、スイッチドリラクタンスモータは騒音が大きいという問題があるものの、効率、トルク密度、出力密度が高い特長がある。そこで、本論文では、いかにしてスイッチドリラクタンスモータの騒音を低減すれば良いのかを検討している。

既に自動車駆動用の主機サイズのモータとして、スイッチドリラクタンスモータは優れた特長があることが明らかにされている。最も燃費が良いハイブリッド自動車に搭載されているレアアース永久磁石を使用したモータと等しい外径、積厚でも、より大きな出力を得ることができ、さらに、電流実効値は小さく、等しい最高効率、最大トルクを実現できることが報告されている。また、ラジアル力の和がフラットになれば、騒音が十数dB低減できることが明らかにされている。このような状況下で、本論文は以下の点を明らかにしている。

まず、ラジアル力の和の第3高調波成分を削除する電流波形は、位相を0とした場合に数学的に導出されていることを指摘している。低次の成分に位相差を導入した場合の数学的な導出は困難であるものの、いくつかの仮定を導入することによって、最適な振幅、位相を導出する方法を新しく提案している。この際、電流実効値、トルクリプルを小さくする新しい数式的導出方法を明らかにしている。さらに、3次だけでなく、6、9、12、15などの3の倍数次のラジアル力成分の和も算出し、3次と極めて似た数式になることを明らかにしている。この結果、ラジアル力の和の3次を低減するとなぜ3次の倍数調波が低減できるのかを明らかにした。

さらに、ハイブリッド自動車の発電機の大きさのスイッチドリラクタンスモータで実験を行い、提案する電流波形で駆動すると、騒音低減効果が顕著であることを明らかにしている。

また、別のアプローチとして、各相のラジアル力の波形がスムーズな台形に近い形とすることを新しく提案した。ラジアル力の和を完全にフラットにすることが可能であり、実験により騒音が大幅に低減できることを明らかにした。しかしながら、電流波形が高次の高調波成分を含むこと、電流ピーク値が大きくなってしまいうデメリットがあった。

そこで、さらに、二つの方法の良い点を取り上げる電流制御方法を提案し、実験により効果を確認した。

以上のように、本論文はスイッチドリラクタンスモータの問題とされる騒音の低減方法を明らかにしており、博士(工学)の学位論文としての価値があることを認める。

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。

(博士課程)