

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	モジュラー・マルチレベル・カスケード 間接交流/交流変換システムを用いた高圧交流電動機の可変速駆動
Title(English)	Medium-Voltage Adjustable-Speed Motor Drives Using Modular Multilevel Cascade Indirect AC/AC Conversion Systems
著者(和文)	岡崎佑平
Author(English)	Yuhei Okazaki
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10470号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:赤木 泰文,安岡 康一,七原 俊也,千葉 明,藤田 英明,松本 康
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10470号, Conferred date:2017/3/26, 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	岡崎 佑平	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	赤木 泰文	教授	藤田 英明	准教授
	審査員	安岡 康一	教授	松本 康	富士電機 開発部 部長
		七原 俊也	教授		
	千葉 明	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「モジュラー・マルチレベル・カスケード間接交流/交流変換システムを用いた高圧交流電動機の可変速駆動」と題し、次世代マルチレベル変換器の有力候補と考えられている DSCC (Double-Star Chopper Cells) と DSBC (Double-Star Bridge Cells) 変換器を使用する間接交流/交流変換システムに着目し、実用化に当たった重要な課題である変換器体積の低減と高圧電動機駆動システムとしての機能拡張を実現することを主眼としている。従来は注目されていなかった DSxC (x = C or B) 変換器の入出力の瞬時電力を独立に制御できることを活用し、コンデンサの静電容量低減、誘導電動機と同期電動機の安定駆動、電動機の発電制動、複数台の電動機駆動システムについて学術的に考察し、工学的な問題点の抽出と解決策を提案し、その妥当性を数値解析とシミュレーション、DSCC 変換器については 400 V, 15 kW ミニモデルを用いた誘導電動機と同期電動機の実験によって詳細に検討したものである。本論文は、以下の 7 章で構成されている。

第 1 章「序論」では、高圧交流電動機駆動の現状技術と高圧交流電動機用の高圧間接交流/交流変換システムの技術課題について要約し、本論文で検討する技術課題とその解決策を略述し、本論文の目的を明確化している。

第 2 章「高圧間接交流/交流変換システム」では、製品化情報および学術論文を調査しながら、高圧間接交流/交流変換システムへの要求を精査し、電動機駆動用変換器の小型化・軽量化・高圧化・大容量化を同時に満足することが困難であると結論し、上記の要求を同時に満足するために DSxC (x = C or B) 変換器の技術課題を抽出し、本研究の位置づけを明確にしている。

第 3 章「電動機電流の位相を活用したコンデンサ容量の低減」では、高圧誘導電動機と高圧同期電動機を駆動する DSCC 変換器のコンデンサ容量低減を実現するための電動機電流の位相を理論的に導出し、従来では実現が不可能であった変換器電流容量を増加させることなくコンデンサ容量低減を実現できることを理論と数値解析により解明し、その妥当性を 400 V, 15 kW, 16 段/レグの DSCC 変換器を用いた実験によって検証している。

第 4 章「零/低出力領域におけるコンデンサ電圧バランス制御性能の向上」では、同期電動機の制御として第 3 章で理論的に導出した電流位相制御を適用した場合に、「零/低出力領域で DSCC 変換器のコンデンサ電圧制御性能が低下する」という問題点を実験中に発見し、理論解析を駆使して制御性能低下の原因を特定し、その解決策として無効電流を注入する制御法を提案し、同期電動機的全運転範囲に亘って全コンデンサ(実験装置では 48 個)の直流平均電圧を安定に制御できることを実証している。

第 5 章「ダイオード整流器を使用した電動機駆動用 DSCC インバータの発電制動」では、ダイオード整流器を使用する電動機駆動用 DSCC 変換器の各セルに制動チョップを分散設置した発電制動について検討している。これは従来の DSCC 変換器の直流リンクに制動チョップ(一台)を集中設置する発電制動と比較して、1) 直流コンデンサの追加が不要、2) コンデンサ電圧の過電圧保護機能を兼備、の点で実用的に優位であり、数値解析・シミュレーション・実験によってその優位性を確認している。

第 6 章「複数台の交流電動機を駆動する DSBC システム」では、中間周波単相交流リンクを有する DSBC 変換器を使用した高圧電動機の複数台可変速駆動するシステムについて、三重フーリエ変換を適用して中間周波数を理論的に解析してその最適化を図り、電気絶縁と電圧整合を目的とした中間周波単相変圧器の体積とコンデンサ容量を従来の直流リンク方式と比較して大幅に低減できることをシミュレーションによって確認している。

第 7 章「結論」では、本論文における成果を要約し、今後の課題について言及している。

以上を要するに、本論文は次世代高圧電動機の可変速駆動に適した DSxC (x = C or B) 変換器を研究対象として、回路・制御・システムについて理論的に解析し、シミュレーションと実験を併用しながら、理論解析の妥当性を検証し、かつ有用性を提示したものであり、工学および学術貢献するところが大きい。よって本論文が博士(工学)の学位論文として十分に価値があるものと認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(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。