

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	大電力FTF システムへの応用のためのモジュラー・マルチレベル二重スター・チョッパセル形変換器の研究
Title(English)	Study of Modular Multilevel Double-Star Chopper-Cells Converters for High-Power Front-to-Front Applications
著者(和文)	SASONGKO FIRMAN
Author(English)	Firman Sasongko
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10316号, 授与年月日:2016年9月20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,北山 匡史
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10316号, Conferred date:2016/9/20, 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		Firman Sasongko	
			氏名	職名		
論文審査 審査員	主査		赤木 泰文	教授	藤田 英明	准教授
	審査員		安岡 康一	教授	北山 匡史	三菱電機(株) 系統変電シ ステム製作所課 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、“Study of Modular Multilevel Double-Star Chopper-Cells Converters for High-Power Front-to-Front Applications” (大電力 FTF システムへの応用のためのモジュラー・マルチレベル二重スター・チョップセル形変換器の研究) と題し、高圧大電力直流給電システムの変圧と電気絶縁を目的とした FTF (Front-to-Front) システムを研究対象として、その主回路にモジュラー・マルチレベル二重スター・チョップセル形変換器 (以下、DSCC 変換器と略す) を採用し、PWM (パルス幅変調) の搬送波周波数と中間変圧器の周波数の比を理論的に解析し、直流 400V, 10kW 定格の FTF システムを設計・製作し、その有効性・妥当性を実験、数値解析、回路シミュレーションによって検証したものである。本論文は、以下の 7 章から構成されている。

第 1 章 “Introduction” (緒論) では、大規模洋上風力発電機群 (ウインドファーム) からの発電電力を集電して陸上に送電する高圧給電システムの基本概念を提示し、その中で重要な役割を果たす FTF システムの技術的課題を指摘し、本研究の目的と成果を要約している。

第 2 章 “Literature Review” (文献調査) では、国内外の多数の文献を引用しながら、研究レベルから実用化レベルの高圧給電システムを詳述している。続いて、既存のマルチレベル変換器とその FTF システムへの応用に関する文献を調査している。

第 3 章 “The Double-Star Chopper-Cells Converter” (二重スター・チョップセル変換器) では、一般的な位相シフト PWM を採用した DSCC 変換器の動作原理を説明し、各チョップセルのコンデンサに流入する電流と電力のモデリングを行い、それらを理論的に解析している。さらに、すべてのコンデンサ電圧の直流成分をバランスさせるための階層制御を考察している。その結果、一般的な比例・積分制御を適用できることを明らかにしている。

第 4 章 “A Front-To-Front System Based on DSCC Converters” (DSCC 変換器をベースにした FTF システム) では、2 台の DSCC 変換器 (16 セル/leg) と中間周波変圧器を使用した FTF システムの回路構成を検討している。特に、キャリア周波数と中間周波数の比が 2~4 の範囲に着目し、一般的な位相シフト PWM を採用した場合の最適周波数比が 5/2 であることを理論的に導出している。数値解析と回路シミュレーションによって理論解析の妥当性・有効性を検証している。さらに FTF システム (400Vdc, 10kW) を設計・製作し、最適周波数比 (5/2) に設定した場合に、定常時だけでなく過渡時においても安定に動作することを実証している。

第 5 章 “A DC Power Collection Based on the FTF Systems” (FTF システムをベースにした直流電力集電システム) では、複数台の DSCC 変換器を使用した FTF システムをウインドファームの直流給電システムに応用し、数種類のシステム構成を比較・検討している。基本的な FTF システムは、中間周波変圧器の周波数と電圧の制御を担当する 1 台の DSCC 変換器 (マスター変換器) と電流制御を担当する複数台の DSCC 変換器 (スレーブ変換器) とから構成している点に特長がある。第 4 章で信頼性を検証した回路シミュレーションプログラムを直流電力集電システムへ拡張し、マスター・スレーブ制御の有効性を確認している。

第 6 章 “Low-Switching-Frequency Operation with PSRC-PWM” (PSRC-PWM による低スイッチング周波数動作) では、キャリア周波数と中間周波数の比が 1~2 の範囲に着目し、位相シフト回転キャリア (PSRC: Phase-Shifted Rotating Carrier) PWM を提案し、最適周波数比が 3/2 であることを理論的に証明している。構築した理論の妥当性を、DSCC 変換器 (64 セル/leg) を対象とした数値解析および回路シミュレーションによって検証している。

第 7 章 “Conclusion and Future Research” (結論と今後の研究) では、本研究の成果と今後の課題を要約している。

以上を要するに、本論文は DSCC 変換器を使用した FTF システムを対象として、ウインドファームから集電・送電する直流給電システムへ応用し、実用的な制御法を検討し、キャリア周波数と中間周波数との最適周波数比を理論的に解析し、その妥当性を数値解析・回路シミュレーション・実験を駆使して検証したもので、工学および学術上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。