

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study of a Back-To-Back (BTB) System Using Modular Multilevel Cascade Converters for Power Distribution Systems
著者(和文)	カムプラックナー, プラシャー
Author(English)	PRACHA KHAMPHAKDI
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9933号, 授与年月日:2015年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:赤木 泰文, 安岡 康一, 千葉 明, 藤田 英明, 竹内 希, 斎藤 鈴夫
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number: 甲第9933号, Conferred date: 2015/6/30, 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	Pracha Khamphakdi	
論文審査 審査員	氏名	職名	審査員	氏名	職名
	主査 赤木 泰文	教授		竹内 希	講師
	審査員 安岡 康一	教授		齋藤 涼夫	東芝 技術顧問
	審査員 千葉 明	教授			問 (元技監)
	藤田 英明	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は, “Study of a Back-To-Back (BTB) System Using Modular Multilevel Cascade Converters for Power Distribution Systems” (配電系統用マルチレベルカスケード変換器を使用した BTB システムの研究) と題し, 太陽光発電が大量導入された 6.6kV 配電系統への適用を目的とし, マルチレベルカスケード変換器を使用した BTB システムの PWM (パルス幅変調) 制御法を検討し, さらにループ状配電系統を流れる零相電流を適切に抑制するための循環電流制御法とコモンモードチョークの設計法を提案し, また各種系統事故発生時に変換器に発生する過電圧・過電流を最小化する制御法を考案し, 三相 200V, 10kW BTB システムと三相 200V, 40kW 配電系統模擬装置を設計・製作し, その妥当性・有効性を実証している。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, 近い将来太陽光発電が配電系統に大量導入された場合, 配電系統の電圧が標準電圧の 6.6kV から大きく逸脱する可能性があることを指摘している。また, 上記の解決手法としてパワーエレクトロニクス技術を用いた各種電圧安定化技術に関して概説している。特に配電系統にパワーエレクトロニクス技術を適用する場合, 高効率や電磁環境性の観点からマルチレベルカスケード変換器の適用が効果的であることを指摘している。

第 2 章 “Literature Review” (文献調査) では, 多くの文献を引用しながら高圧電力変換回路の発展経緯と現状分析に注力している。特に今後の実用化が最も期待されているマルチレベル・カスケード変換器の回路方式による特長を分析し, さらに現在までに検討されている PWM 制御法や系統事故時の過電圧・過電流抑制法に関して総括的に論じている。

第 3 章 “Operating Principles and Control Methods of DSCC” (DSCC の動作原理と制御法) では, 本論文の研究対象であるダブルスター・ショッパセル構成マルチレベルカスケード変換器 (DSCC) の循環電流制御法, 直流コンデンサ電圧制御法, 電力潮流制御法に関して詳細に論じている。また, 制御性と電源高調波低減の観点から, 最適なパルス幅変調法は位相シフト PWM であると結論付けている。

第 4 章 “Design and Experiment of the DSCC-based BTB System” (DSCC を用いた BTB システムの設計法と実験) では, 設計・製作した 200V, 10kW BTB システムを用いて実験的に検討し, その有用性・妥当性を確認している。総パワーデバイス数 192 個の BTB システムは大学の研究室レベルとしては世界的にも類のない大規模実験装置であり, 第 3 章で提案した各種制御法, および位相シフト PWM 変調法を適用することで, 従来の高圧電力変換回路では実現不可能な高性能電力変換を実現している。

第 5 章 “The Transformerless DSCC-Based BTB System for Power Distribution Systems” (DSCC を用いた配電系統用トランスレス BTB システム) では, BTB システムを使用した場合にループ状配電系統に発生する零相電流に関して詳細に論じている。零相電流抑制法や零相電流抑制用コモンモードチョークの設計法を検討し, その有効性・妥当性は実験により確認している。

第 6 章 “Fault-Ride-Through Capability of the Transformerless DSCC-based BTB System Under Unbalanced Grid Conditions” (DSCC を用いたトランスレス BTB システムの事故時運転継続特性) では, 各種系統事故発生時における DSCC の挙動に関して実験と理論解析により検討している。その結果, BTB システムの直流リンク電流を適切に制御することで, 系統事故時の過電圧・過電流を適正範囲に抑制できることを明らかにしている。

第 7 章 “Conclusion and Future Research” (結論と今後の研究) では, 本研究の知見・成果を要約し, 今後の課題を言及している。以上を要するに, 本論文は太陽光発電が大量導入された 6.6kV 配電系統への適用を目的としたマルチレベルカスケード変換器を使用した BTB システムを対象とし, その制御法や変調法, および系統事故時の過電圧・過電流抑制法を提案し, その妥当性・有用性を, 設計・製作した三相 200V BTB システムを用いて実証したもので, 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。