

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study of Modular Multilevel Cascade Converters Based on Double-Star Bridge-Cells (MMCC-DSBC) for Large-Scale Wind Turbine Systems
著者(和文)	TITICHAIWORAKORNN
Author(English)	NUNTAWAT THITICHAIWORAKORN
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9934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,齋藤 鈴夫
Citation(English)	Degree; Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9934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	Nuntawat Thitichaiworakorn		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		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	審査員	齋藤 涼夫	東芝 技術顧問 (元技監)
		千葉 明	教授			
		藤田 英明	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は，“Study of Modular Multilevel Cascade Converters Based on Double-Star Bridge Cells (MMCC-DSBC) for Large-Scale Wind Turbine Systems” (大規模風力発電用ダブルスター・ブリッジセル方式マルチレベルカスケード変換器の研究) と題し、10 MW (メガワット) 級風力発電システムに適用するマルチレベルカスケード変換器について、高効率・高性能かつ電磁ノイズが低減可能な PWM (パルス幅変調) 制御法や電圧・電流制御法を検討し、直流-三相交流変換をベースにした場合と単相-単相交流変換をベースにした場合について、設計・製作した 200V, 10kW 電力変換器を用いて有効性・妥当性を実証している。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、近年の風力発電システムの導入状況や発電容量の変遷に関して概説し、近い将来風力発電システムの単機変換器容量が 10 MW を超える可能性を述べている。

第 2 章 “Literature Review of Wind Turbine Systems” (風力発電システムの文献調査) では多くの文献を引用しながら、風力発電用電力変換器の発展経緯と現状分析に注力している。さらに、発電機電圧が現状の 690V の場合に 10 MW の電力変換を実現した場合、インダクタなどの受動素子の増加や電磁ノイズの増大が発生することが指摘している。さらに、系統擾乱時の変換器の挙動を定めた系統連系要件 (グリッドコード) の各国の導入状況を調査している。その結果、ダブルスター・ブリッジセル方式マルチレベルカスケード変換器が、風力発電システムの特性を考慮すると次世代電力変換器として有望であると結論付けている。

第 3 章 “The MMCC-DSBC” (ダブルスター・ブリッジセル方式マルチレベルカスケード変換器) では、本論文で検討するダブルスター・ブリッジセル方式マルチレベルカスケード変換器の動作原理、制御法、変調法を詳細に検討している。初めに、上記変換器を用いた直流-三相交流電力変換の動作原理を説明し、直流電圧が変動した場合も任意の振幅・周波数を有する三相交流電力変換が実現できることを明らかにしている。また、変換器の詳細なモデリングを行い、変換器内を流れる循環電流を適切に制御することで、変換器に使用する直流コンデンサ電圧を一定に制御できることを示している。モデリングの妥当性は、数値解析を用いて確認している。

第 4 章 “Wind Turbine System using MMCC-DSBC in DC/AC Mode” (直流-交流モード動作時における MMCC-DSBC を用いた風力発電システム) では、直流-交流モード動作時における MMCC-DSBC の挙動に関して三相 200V, 10kW ミニモデルを用いた実験的検証を行っている。ミニモデルを用いた実験検証では、異なる直流電圧時においても一定の振幅・周波数を有する三相交流電圧を出力できることを世界で初めて検証に成功した。また、過渡特性においても良好な特性を実現できることを示している。

第 5 章 “Wind Turbine System using MMCC-DSBC in AC/AC Mode” (交流-交流モード動作時における MMCC-DSBC を用いた風力発電システム) では、交流-交流モード動作時における MMCC-DSBC の挙動に関してミニモデルを用いた実験的検証を行っている。変換器内の循環電流と直流コンデンサ電圧を適切に制御することで、安定な変換器動作が実現できることを実証している。

第 6 章 “Reduction of Number of Cells in AC/AC System” (交流-交流モード動作時におけるセル数の低減) では、変換器に使用する単位セル数の低減を目的とし、オープン結線の同期発電機を利用した風力発電システムを提案している。オープン結線時に問題となる零相電流抑制法を提案し、その有効性・妥当性をコンピュータシミュレーションにより確認している。

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 10MW 級風力発電システム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対象とし、回路構成・制御法の提案・検討を行い、その有効性・妥当性を、設計・製作した 200V, 10kW 電力変換器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。