

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	大規模太陽光発電システム応用のためのモジュラー・マルチレベル・カスケード変換器の研究
Title(English)	Study of Modular Multilevel Cascaded Inverters for Utility-Scale Photovoltaic Systems
著者(和文)	Sochor Paul Lukas
Author(English)	Paul Lukas Sochor
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10475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,川上 紀子
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10475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	Paul-Lukas Sochor	
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	川上 紀子	東芝三菱電機 産業システム 技監
		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 Cascade Inverters for Utility-Scale Photovoltaic Systems” (大規模太陽光発電システム応用のためのモジュラー・マルチレベル・カスケード変換器の研究)と題し、大規模太陽光発電システムの系統連系用高圧インバータとしてモジュラー・マルチレベル・カスケード・インバータ(MMCI)を使用した新規システムを提案・検討したものである。具体的には PV アレイからの発電電力にアンバランスが生じた状況において、MMCI に位相シフト PWM(パルス幅変調)とレベルシフト PWM を適用した場合の電力バランス能力を比較・検討し、さらにレベルシフト交換キャリア PWM を提案し、三相 10 kW 小規模実験システムを設計・製作し、提案方式の有効性を実証したものである。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、大規模太陽光発電システムを 6.6~66kV 電力系統(50/60Hz)に連系する電力変換システムの技術課題を調査・抽出し、本研究の目的と成果を要約している。

第 2 章 “Contemporary Utility-Scale Photovoltaics” (最新の大規模太陽光発電システム) では、最新の大規模太陽光発電システムの構成や機能を説明しながら、従来のセントラルインバータ方式を採用した既存システムや各種インバータ回路方式などの文献調査を行なっている。

第 3 章 “Modular Multilevel Cascade Inverters and their Applications” (モジュラー・マルチレベル・カスケード・インバータとその応用) では、現在までに発表されている MMCI に属する複数の回路方式とそれらの特長を詳述し、代表的な MMCI である SSBC (Single-Star Bridge Cell) インバータと SDBC (Single-Delta Bridge Cell) インバータに位相シフト PWM, レベルシフト PWM, 選択的高調波除去 PWM, 空間ベクトル PWM を適用した場合の運転特性を、理論と回路シミュレーションを駆使して詳細に比較・検討している。

第 4 章 “Intercluster Power Balancing Control” (クラスタ間の電力バランス制御) では、大規模太陽光発電システムに MMCI を採用しようとする、「雲や影などの影響で PV アレイからの発電電力が PV アレイごとに異なる場合においても三相平衡正弦波電流を出力する必要がある」という技術課題を抽出している。続いて、MMCI のクラスタ間電力バランス能力を、理論と回路シミュレーションの両面から詳細に論じ、三相平衡正弦波電流を出力できる限界を理論的に解析し、SDBC インバータの優位性を提示している。

第 5 章 “The 10-kW Downscaled Experimental System” (10 kW 小規模実験システム) では、既存の三相 10 kW 定格の SSBC インバータを改造し、さらに 18 台の太陽電池アレイの動作を模擬できる可変電力単方向絶縁形 DC-DC コンバータ(18 台)を設計・製作し、第 4 章で議論したクラスタ間の電力バランス能力の比較実験を行い、SDBC インバータは SSBC インバータよりも優れていることを実証している。

第 6 章 “Enhanced Intracluster Balancing of SDBC Inverter” (SDBC インバータのクラスタ内部の電力バランス能力の向上) では、クラスタ内部の電力バランスを実現するための複数の手法とそれらの限界を論じている。従来の位相シフト PWM をベンチマークとし、レベルシフト PWM とそれを発展させたレベルシフト交換キャリア PWM のクラスタ内部電力バランス能力を、理論と回路シミュレーション、さらに実験によって検討している。特に、「レベルシフト交換キャリア PWM を SDBC インバータに適用した場合には、各クラスタに 3 次高調波零相電流を重畳することによってクラスタ内部電力バランス能力を大幅に向上できる。」という実用的な結論を導出している。

第 7 章 “Conclusion and Outlook” (結論と展望) では、本研究の知見・成果と今後の研究課題を要約している。

以上を要するに、本論文は大規模太陽光発電システムの系統連系用 MMCI を研究対象とし、代表的な SSBC インバータと SDBC インバータに着目し、位相シフト PWM, レベルシフト PWM, 選択的高調波除去 PWM, 空間ベクトル PWM を比較検討し、レベルシフト PWM を発展させたレベルシフト交換キャリア PWM を提案し、それらの有効性・妥当性を、設計・製作した三相 10 kW 実験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。

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。