

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	モジュラー・マルチレベルSSBC変換器の配電系統用無効電力補償装置と 電池電力貯蔵システムへの応用に関する研究
Title(English)	Study of Applications of a Modular Multilevel SSBC Converter to a Distribution STATCOM and a Battery Energy Storage System
著者(和文)	太田 ジョアン・イナシオ・豊
Author(English)	Joao Inacio Yutaka Ota
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10147号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:赤木 泰文,安岡 康一,千葉 明,藤田 英明,萩原 誠,吉野 輝雄
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10147号, Conferred date:2016/3/26, 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		OTA, Joao I. Yutaka	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	赤木 泰文		教授	審査員	萩原 誠	准教授
	審査員	安岡 康一		教授		吉野 輝雄	東芝三菱電機 産業システム 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 Applications of a Modular Multilevel SSBC Converter to a Distribution STATCOM and a Battery Energy Storage System”（モジュラー・マルチレベル SSBC 変換器の配電系統用無効電力補償装置と電池電力貯蔵システムへの応用に関する研究）と題し，6.6kV 配電系統に連系するモジュラー・マルチレベル SSBC (Single-Star Bridge-Cells) 変換器（以下，SSBC 変換器と略す）を対象として，既存の位相シフト PWM に新しい高速電流制御法を導入し，三相ディジタル PLL(Phase-Locked Loop)のモデリングと理論解析を行い，三相 200V, 10kW モジュラー・マルチレベル SSBC 変換器を設計・製作し，それを無効電力補償装置と電池電力貯蔵システムに応用し，これらの実用システムの有効性・妥当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，6.6kV 配電系統に連系する無効電力補償装置と電池電力貯蔵システムの基本構成を図示し，そ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，マルチレベル変換器の発展経緯について，実用レベルから研究レベルのものまで，国内外の多数の文献を引用しながら詳述している。続いて，既存のマルチレベル変換器を使用した無効電力補償装置と電池電力貯蔵システムについて文献調査を行い，6.6kV 配電系統に接続する電力変換器として SSBC 変換器が最適であると結論付けている。さらに，系統事故時の電力変換器の運転継続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。 第 3 章 “The SSBC Converter Applied to a D-STATCOM and a BESS: Experimental Setup and Current Control”（配電系統用無効電力補償装置と電池電力貯蔵システムへ応用する SSBC 変換器：実験装置と電流制御）では，本論文の研究対象である SSBC 変換器の動作原理，制御法，変調法を詳細に検討し，三相 200V, 10kW 定格 SSBC 変換器を設計・製作している。特に，系統事故時の運転継続を実現するための高速電流制御法として既存の位相シフト PWM にオールセルズアップデート(all-cells update)という変調法を導入し，既存のワンセルアップデート(one-cell update)と比較して，ソフトウェアを変更するだけで電流制御ゲインを 3 倍向上できることを実証している。 第 4 章 “Operation of the SSBC-based Distribution STATCOM”（SSBC 変換器を使用した配電系統用無効電力補償装置の動作）では，第 3 章で試作した SSBC 変換器を無効電力補償装置に応用し，18 台（=6 台/相）のブリッジセル変換器のコンデンサの直流平均電圧を定常時だけでなく過渡時においても安定に制御できることを実証している。さらに，コンデンサ電圧に含まれる電源周波数の 2 倍(100Hz)の周波数成分は制御系の外乱となることから，移動平均フィルタを用いて 100Hz 成分を効果的に除去し，かつ過渡特性も優れていることを検証している。 第 5 章 “Operation of the SSBC-based Distribution STATCOM” (SSBC 変換器を使用した電力貯蔵システムの動作) では，第 3 章で試作した三相 200V 10kW SSBC 変換器を 21kWh 電池電力貯蔵システムに応用し，1 台の電池モジュールの充放電電力が低下した不平衡状態においても運転を継続できることを実証している。さらに，充放電電力が低下した電池モジュールの台数限界を理論的に解明している。この成果は運用効率の向上に寄与する。 第 6 章 “Ride-Though Capability of the SSBC-based D-STATCOM and BESS”（SSBC 変換器を使用した配電系統用無効電力補償装置電池と電力貯蔵システムの系統事故時の運転継続能力）では，基幹系統で発生した二相地絡・短絡などの系統事故に起因する瞬時電圧低下，周波数変動，位相跳躍が発生した場合においても，SSBC 変換器を使用した無効電力補償装置と電池電力貯蔵システムの運転を継続できることを実証している。 第 7 章 “Conclusion”（結論）では，本研究の知見・成果を要約している。以上を要するに，本論文は SSBC 変換器を研究対象とし，無効電力補償装置と電池電力貯蔵システムに応用し，制御法と系統事故に起因する瞬時電圧低下，周波数変動，位相跳躍や電池モジュールの充放電電力低下時の運転継続性能について詳細に検討し，提案・検討結果の有効性・妥当性を，設計・製作した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。