

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	TSBC方式マルチレベル変換器を用いた高圧大容量交流電動機駆動システムに関する研究
Title(English)	
著者(和文)	川村 弥
Author(English)	Wataru Kawamura
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10148号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種類: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,玉井 伸三
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10148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	川村 弥	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	赤木 泰文	教授	萩原 誠	准教授
	審査員	安岡 康一	教授	玉井 伸三	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、「TSBC 方式マルチレベル変換器を用いた高圧大容量交流電動機駆動システムに関する研究」と題し、次世代マルチレベル変換器の有力候補である TSBC (Triple-Star Bridge-Cells) 変換器に着目し、実用化に当たっての最重要課題である制御法を理論的に確立すること、および実験によって制御法の有効性・妥当性を実証することを主眼としている。TSBC 変換器は、回路構成上の特長から従来の変換器と比較して高速電流制御・高調波低減と小型・軽量・低損失・低コスト化の両立が期待でき、産業用高圧大容量交流電動機駆動システムの高性能、省エネルギー、低コストなどに大きく貢献できる。一方で、その制御法および実験検証は世界中において発表されていなかった。本論文では制御法の確立およびその実験検証に加え、高調波低減・小型・軽量・低損失に貢献する周辺技術についても考察・検討している。本論文は以下の 7 章で構成されている。

第 1 章「序論」では、交流電動機可変速駆動の技術動向、課題ならびに研究目的を述べている。

第 2 章「マルチレベル変換器の技術動向」では、近年高圧大容量分野への適用が期待されているマルチレベル変換器に着目し、その分類と回路構成を紹介している。特に本論文で着目する TSBC 変換器が属するモジュラー・マルチレベル・カスケード変換器ファミリーの技術動向について詳説している。本論文と他研究との関連性・相違点について考察し、本論文の位置付けを明確にしている。

第 3 章「動作原理と制御法」では、TSBC 変換器の回路構成の特長について説明し、非干渉電流制御を構築している。さらに、TSBC 変換器のパワーフロー解析を行い、それに基づいて実用上必要不可欠な直流コンデンサ電圧バランス制御および脈動抑制制御を確立している。

第 4 章「実験検証」では、第 3 章で提案した制御法の実験検証を目的として、三相 400 V、15 kW TSBC 変換器を設計・製作している。この TSBC 変換器の三相出力端子には、実験目的に応じて R-L 負荷または三種類の交流電動機を接続している。実験結果では、定常時・過渡時ともに非干渉電流制御およびコンデンサ電圧のバランス制御は良好に動作し、提案した制御法の妥当性・有効性を検証にしている。さらに、同条件で比較した実験波形とシミュレーション波形はよく一致しており、シミュレーションの信頼性を確認している。

第 5 章「直流コンデンサ電圧の動的制御法」では、TSBC 変換器を用いて交流電動機を可変速駆動させることを想定し、最適な直流電圧指令値の決定法を考察している。直流コンデンサ電圧の直流分を動的に制御することによって、波形改善と損失低減を実現できることを理論的に示している。さらに、第 4 章で試作した TSBC 変換器を用いて波形改善の効果を実証している。

第 6 章「DSCC 変換器と TSBC 変換器の比較」では、高圧電動機駆動に適したモジュラー・マルチレベル・カスケード変換器ファミリーの中で、DSCC (Double-Star Chopper Cells) 変換器と TSBC 変換器とを理論的および実験的に比較している。回路機能・回路構成の基礎的な比較・検討に加えて、スイッチング素子や受動素子で発生する損失に関する電流や変換器全体の体積・コストに関するコンデンサ電圧脈動幅について比較・検討を行っている。理論検討と実験で得られた結果はその傾向が一致している。具体的には DSCC 変換器は低速時に、TSBC 変換器はモータ周波数が電源周波数接近時に、電流とコンデンサ電圧脈動が大幅に増大する。これらの結果から、DSCC 変換器は回生が不要な二乗低減トルク負荷への応用に、TSBC 変換器は回生が必要な低速大トルク負荷への応用に適しているという結論を導出している。

第 7 章「結論」では、本論文で得られた成果を要約し、今後の課題について言及している。

以上を要するに、本論文は高圧大容量交流電動機駆動システムの高性能、省エネルギー、低コストを目的として、次世代変換器として期待されている TSBC 変換器に着目し、その実用化に必要な不可欠な制御法を提案し、その有効性・妥当性を実験検証したもので、工学及び学術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。