

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	STUDY ON ARC-FREE COMMUTATION WITH VARIABLE RESISTANCE CONTACTS IN HYBRID DC SWITCH
著者(和文)	OuChomrong
Author(English)	Chomrong Ou
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11597号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:安岡 康一,千葉 明,藤田 英明,萩原 誠,竹内 希,澤 孝一郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11597号, Conferred date:2020/9/25, 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	OU CHOMRONG		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	安岡 康一	教授	審査員	竹内 希	准教授
	審査員	千葉 明	教授		澤 孝一郎	日本工業大学特別研究員・慶應義塾大学名誉教授
		藤田 英明	教授			
萩原 誠		准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は“Study on arc-free commutation with variable resistance contacts in hybrid dc switch” (可変抵抗接点を使ったハイブリッド直流スイッチのアークフリー転流に関する研究)と題し、kV・kA 級の直流システムに不可欠な直流スイッチのアークフリー開閉を実現する新接点機構につき英文で述べている。

Chapter 1: Introduction では、直流電力システムが高効率電力供給手段として注目される一方、電力開閉スイッチ動作時に機械接点間に発生するアークの継続時間は交流システムよりも長く、機械接点表面が激しく損耗して短寿命化するため、これを解決する直流スイッチ開発が急務であると述べている。

Chapter 2: DC-Breaker Topologies では、機械スイッチ、半導体スイッチ、およびそれらを組み合わせたハイブリッドスイッチの研究動向をまとめ、特にハイブリッドスイッチでの電流転流方式を多数比較検討した結果、申請者が提案する可変抵抗接点は定常損失が低く、かつ世界初の kA 級アークフリー開閉を実現する可能性が高いことを示し、直流スイッチの課題解決に最適であると述べている。

Chapter 3: Experimental Setup and Procedure では、電流遮断時の機械接点間絶縁回復特性の測定、および大電流アークフリー転流回路の評価方法について述べ、直流電源回路、パルス大電流電源回路、電気接点材料の構成と形状、接点駆動回路等について紹介している。

Chapter 4: Dielectric Strength after Current Commutation では、従来のハイブリッドスイッチ開閉時に繰り返し発生する数 100 μ s 以下の短時間アーク放電が接点損耗と開極後の絶縁強度に与える影響を調査し、アークは接点間の接触抵抗には影響しないがスイッチ開極後の絶縁強度は 1 kA 時に 38% 低下し、この低下要因はアークによる接点表面の損耗が 19%、アークで生ずる接点間の金属粒子が同じく 19% と分析し、影響回避には転流後 2 ms の時間を要すると述べている。以上よりアークフリー転流の実現により電極損耗防止と絶縁強度の低下防止が実現すると指摘している。

Chapter 5: Threshold Current of Arc-free Commutation of Copper-carbon Contact では、一方の接点を抵抗率の異なる 2 種の材料、すなわち銅とニクロム、あるいは銅と炭素で構成し、これを独自開発した回転スライド機構に組み入れて可変抵抗接点を構成した。定常時の接点抵抗は 0.2 m Ω まで低下し、世界初の 700 A アークフリー転流を実現し、従来の最大値である 400 A を大幅に向上させた。さらに 800 A で発生する数 100 ns のアーク放電は接点材料間の抵抗値の不連続変化により発生することを回路解析より示し、kA を実現するための接点構造を提案している。

Chapter 6: Simulation of Copper-carbon Contact では、接点开極動作を含めた 3D シミュレーションモデルを開発して外部回路と連成計算することで、通電電流分布や電極表面の温度分布を可視化させ、接点電圧が変動してアーク発生に至る接点電圧波形を算出し、実験値とよく一致する結果を得ている。このモデルにより抵抗率の異なる 3 種材料で接点を構成した結果、2 種材料で発生したアークを抑制することが示され、アークフリー電流値を kA まで増加する手法として有効であると述べている。

Chapter 7: Conclusion and Future Plan では、本研究で得られた結果を総括している。

以上を要するに本論文は急拡大する直流電力システムに必須となる kV・kA 級のアークフリースイッチの実現に向けて可変抵抗接点を使ったハイブリッド直流スイッチを新たに提案して研究を進め、定常時損失が低くかつ 700 A のアークフリー転流を初めて実現したもので、工学上および工業上貢献することが大きい。よって我々は本論文が博士 (工学) の学位論文として十分に価値があると認める。

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。